

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

**на тему: “Інструментальне забезпечення
технологічних процесів гнучких виробничих систем”**

Виконав:

студент 6-го курсу
групи МТ-92мп

_____ **О.А. Коваль**

Керівник:

_____ **Є.С. Пуховський**

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2020

Інструментальне забезпечення технологічних процесів гнучких виробничих систем.

Вступ.

Глава 1. Проблема інструментального забезпечення ГВС.

- 1.1 Автоматизовані системи інструментального забезпечення ГВС.
- 1.2 Основні напрямки вдосконалення інструментів для верстатів з ЧПК.
- 1.3 Системи допоміжного інструменту.
- 1.4 Автоматизація заміни інструменту на верстатах з ЧПК.
- 1.5 Уніфікація ріжучого та допоміжного інструменту.
- 1.6 Дослідження якісних показників ріжучого інструменту по критерію стійкості.
- 1.7 Проблема підвищення ефективності інструментального господарства ГВС.
- 1.8 Мета та задачі роботи.

Глава 2. Синтез раціональної структури інструментального господарства ГВС.

- 2.1 Елементна технологія гнучких виробничих систем.
- 2.2 Дослідження технологічних зв'язків між елементами поверхонь деталей та ріжучим інструментом.
- 2.3 Вибір номенклатурного складу ріжучого інструменту.
- 2.4 Визначення кількісного складу ріжучого інструменту із врахуванням показників його стійкості.
- 2.5 Проектування номенклатурного складу допоміжного інструменту та визначення об'ємних показників його кількісного складу.

Глава 3. Системна модель інструментального забезпечення ГВС.

- 3.1 Системні принципи побудови моделей інструментального забезпечення.
- 3.2 Інструментальна модель ріжучого інструменту .
- 3.3 Логічна модель системи інструментального забезпечення.

						Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Синтез системної моделі інструментального забезпечення ГВС.

Глава 4. Формалізована методика визначення складу ріжучого та допоміжного інструменту.

4.1 Технологічні умови побудови системної моделі ріжучого та допоміжного інструменту.

4.2 Синтез структури моделі по номенклатурним показникам та кількісному складу інструменту.

4.3 Визначення зв'язків ріжучого та допоміжного інструментів в заданій предметній області оброблюваних деталей.

4.4 Алгоритм вибору ріжучого та допоміжного інструменту реалізований в підсистемі інструментального забезпечення ГВС.

4.5 Визначення об'ємних показників ріжучого та допоміжного інструменту для групи деталей.

4.6. Висновки.

Глава 5. Інтегрована система автоматизованого проектування складу ріжучого та допоміжного інструменту ГВС.

5.1 Призначення та склад системи.

5.2 Функціональна структура інтегрованої системи проектування інструментального забезпечення.

5.3 Програмне забезпечення інтегрованої системи проектування складу ріжучого та допоміжного інструменту.

5.4 Логічна структура бази даних.

5.5 Структура монітора автоматизованої системи проектування інструменту.

5.6 Висновки.

Загальні висновки.

Перелік посилань.

Додатки: Відомості про впровадження окремих елементів системи у виробництво.

						Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1 Автоматизована система інструментального забезпечення.

Ефективність роботи будь-якої технологічної системи залежить від організації й автоматизації інструментального господарства. Для підвищення продуктивності обробки деталей у ГВС і можливості її роботи в безлюдному режимі необхідно створювати автоматизовані системи інструментального забезпечення, які забезпечують збереження, поладження та автоматичну зміну інструмента.

Автоматизована система інструментального забезпечення складається з:

- автоматизованого центрального інструментального складу,
- пристроїв автоматичної заміни інструмента на верстатах і в магазинах,
- засобів автоматичного транспортування інструмента в тарі,
- контролю стану інструмента на верстаті,
- секції підготовки інструмента зі стелажми ріжучого та допоміжного інструмента із пристроями розмірного настроювання й автоматичного кодування інструмента,
- системи керування.

Система інструментального забезпечення які дають можливість оснащувати верстати ГВС, практично необмеженою кількістю необхідного для обробки, бувають двох типів.

У системах **першого** типу використовуються змінні магазини, а в системах **другого** - інструмент автоматично замінюється в магазині обмеженої місткості під час роботи верстата.

Системи **першого** типу оснащені автооператорами для заміни магазинів, які монтуються на спеціальних ложементх з напрямними.

Магазини замінюються так: магазин з відпрацьованим інструментом переміщується спеціальним пристроєм на рухомий

						Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

накопичувач змінних магазинів, розташований за верстатом.

Накопичувач переміщується у поздовжньому напрямі верстата до суміщення необхідного магазина зі стойкою, розташованою на верстаті. Після цього магазин переміщується у вертикальному напрямі та фіксується на стойці верстата. Окремий інструмент у шпинделі замінюється автооператором верстата. Змінні магазини доставляються до верстата на робокарах. Вони заповнюються інструментом на складі, де його складають, розкладають і настраюють на розмір.

Склад призначений для обслуговування всіх верстатів однієї або кількох ГВС.

Недоліки систем **першого** типу: жорсткий цикл заміни магазинів, неможливість використовувати інструмент, що не досяг критичного зношування при примусовій заміні магазина, велика кількість інструментів-дублерів і великі затрати на транспортування та настроювання інструмента.

Системи **першого** типу доцільно використовувати при обробці деталей великими партіями /до 50 шт./, що потребують невеликої кількості інструмента /до 25 шт./, а також тоді, коли на автоматичну заміну інструмента в магазині витрачається більше часу, ніж при технологічному переході.

Системи інструментального забезпечення **другого** типу більш універсальні та дають змогу включати в ГВС серійні багатоцільові верстати з магазинами середньої місткості, що додатково оснащуються пристроєм автоматичної заміни інструмента. При використанні магазина, оснащеного приводом, необхідно узгодити час пошуку інструмента для заміни його в шпинделі з часом пошуку інструмента для заміни з тари, щоб скоротити або уникнути простоювання верстата.

Існують системи **другого** типу, в яких магазин ланцюгового типу . розташований збоку на стойці верстата, а додатковий багатопозиційний магазин - за верстатом паралельно основному. На

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

корпусі додаткового магазину встановлено пристрій заміни інструмента основного магазину. Додатковий магазин завантажують вручну або автоматично в міру необхідності у зручний час, не перериваючи циклу обробки. Інструмент доставляють зі складу, що входить до ГВС, за допомогою ручного візка або робочара.

Більш складні системи **другого** типу, в яких автоматизований інструментальний склад, що входить до ГВС, оснащений додатковим магазином. У цьому випадку інструмент настраюють на розмір на ділянці, що входить до ГВС, а складають і розкладають на центральному інструментальному складі.

1.2 Основні напрямки вдосконалення інструментів для верстатів з ЧПК.

Ріжучий інструмент, що використовується в ГВС, має відповідати таким вимогам: висока стійкість і стабільність ріжучих властивостей; стійке формування, дрібнення та відведення стружки; забезпечення характеристик точності та шорсткості оброблюваної поверхні; застосування на верстатах інструмента різних типів для виконання різноманітних переходів; швидкозамінюваність при переході на обробку іншої деталі чи при заміні зношеного інструмента; зручність попереднього налаштування та контролю стану; монотонність характеристики зношення її часі тощо.

Вибір раціональних конструкцій ріжучого інструмента, інструментального матеріалу та режимів обробки при дотримуванні норм зношення інструмента дає можливість підвищити надійність і стабільність роботи ГВС.

Основні напрями вдосконалення ріжучого інструмента:

- створення та вдосконалення складеного твердосплавного інструмента, оснащеного змінними багатогранними пластинами;
- застосування зношувально стійких покриттів ріжучого інструмента;

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- широке використання нових інструментальних матеріалів;
- створення інструмента з автоматичною зміною ріжучих пластин за програмою;
- автоматизація переналагоджування інструмента;
- створення інструмента з програмно керованими геометричними параметрами.

У ГВС широко застосовується інструмент з нових матеріалів - синтетичних надтвердих матеріалів типу композитів 0,1; 0,5 та 10; ріжучої кераміки марок ВСК-60 та ін., безвольфрамових твердих сплавів марок КНТІ6 і ТН20.

1.3 Системи допоміжного інструменту.

Допоміжний інструмент встановлюється між супортом верстата та РІ, має базові поверхні та для пристроїв АСІ (автоматичної зміни інструменту).

Допоміжний інструмент має задовольняти таким вимогам:

- мінімізація номенклатури інструмента; точність, жорсткість, і вібростійкість і урахуванням інтенсивних режимів різання;
- кріплення інструмента;
- забезпечення правильного положення ріжучих кромок відносно координат системи СПД,
- регулювання інструмента,
- зручність у роботі елементів системи,
- достатні швидкозмінюваність і технологічність у виготовленні.

До приєднувальних поверхонь допоміжного інструмента висувають вимоги по шорсткості 0,2-0,8 мкм, твердість HRC₂52-58. Для виготовлення допоміжного інструмента рекомендована до застосування сталь 18ХГТ із цементациєю на глибину 1мм і наступним загартуванням.

При створенні системи допоміжного інструмента виходять перш за все з умов мінімізації та уніфікації її елементів. Допоміжний інструмент уніфікується та типізації технологічних переходів обробки елементарних

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхонь. Це дає можливість обмежити номенклатуру приєднувальних поверхонь, довжин і діаметрів ріжучого інструмента, стандартизувати спосіб регулювання положення ріжучих кромek і т. д.

Найважливіше уніфікувати приєднувальні елементи інструмента, за допомогою яких він кріпиться до верстата. У більшості типів верстатів з ЧПК прийнято систему кінцевого кріплення ріжучого інструмента з використанням конічних хвостовиків. Такий спосіб кріплення застосовується не лише для кінцевих інструментів, а й для різцевих блоків. Конічний отвір шпинделя більшості верстатів з ЧПУ виконано з конусністю 7:24, що дає можливість використовувати для всіх інструментів уніфіковані хвостовики.

Узагальнену схему, що забезпечує перехід від хвостовика будь-якого інструмента до шпинделя верстата за допомогою стандартних перехідних інструментів, зображено на рис. 1.1.

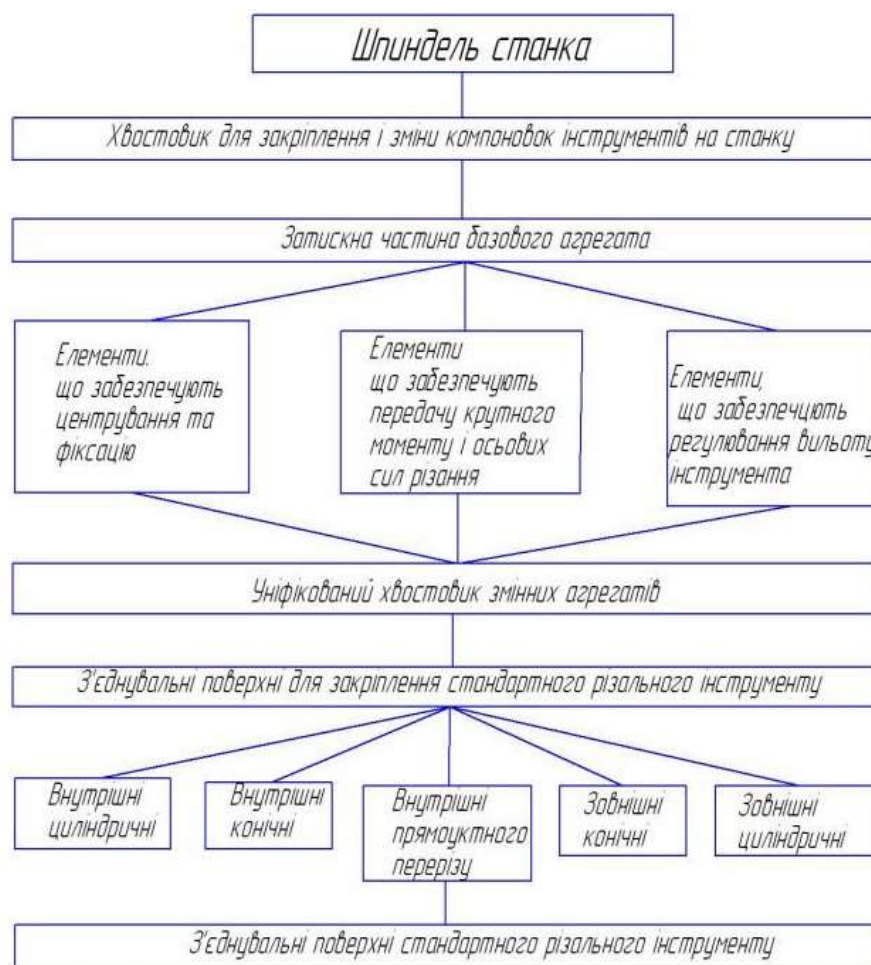


Рисунок 1.1 – Схема побудови системи допоміжного інструмента.

Системи допоміжного інструмента створюються за наведеною схемою для верстатів окремих типів.

Допоміжний інструмент **токарних** верстатів повинен забезпечувати кріплення різців, свердел, мітчиків, і ін. і задовольняти перерахованим вище вимогам.

Найбільше застосування одержали токарні верстати з револьверними голівками, які дозволяють кріпити різальний інструмент як безпосередньою установкою, так і за допомогою допоміжного.

Широко застосовують наступні способи установки допоміжного інструмента.

- **Центрування по конусу або циліндричному хвостовику**, із кріпленням гвинтами за фланець або за рифлення клином

Спосіб кріплення одержав поширення на верстатах з револьверною голівкою (6-8 граней), на одній грані якої може бути закріпленими кілька різцетримачів.

- Найбільш широко використовують спосіб кріплення **за допомогою циліндричного хвостовика**, що забезпечує надійне центрування й відносну простоту конструкції (рис.1.2).

- Різцетримачі з установкою **на призматичні напрямні** використовують для чотирьох позиційних револьверних головок. Спосіб дозволяє на одній грані незалежно встановлювати декілька різці тримачів, які фіксуються сухарем.

Допоміжний інструмент дозволяє закріпляти РІ як для зовнішньої так і для внутрішньої обробки.

Різці закріплюють у пазах різцетримача, які виготовляють як у поздовжньому так і поперечному напрямках та мають отвори для підведення МОР безпосередньо в зону до різальної кромки.

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

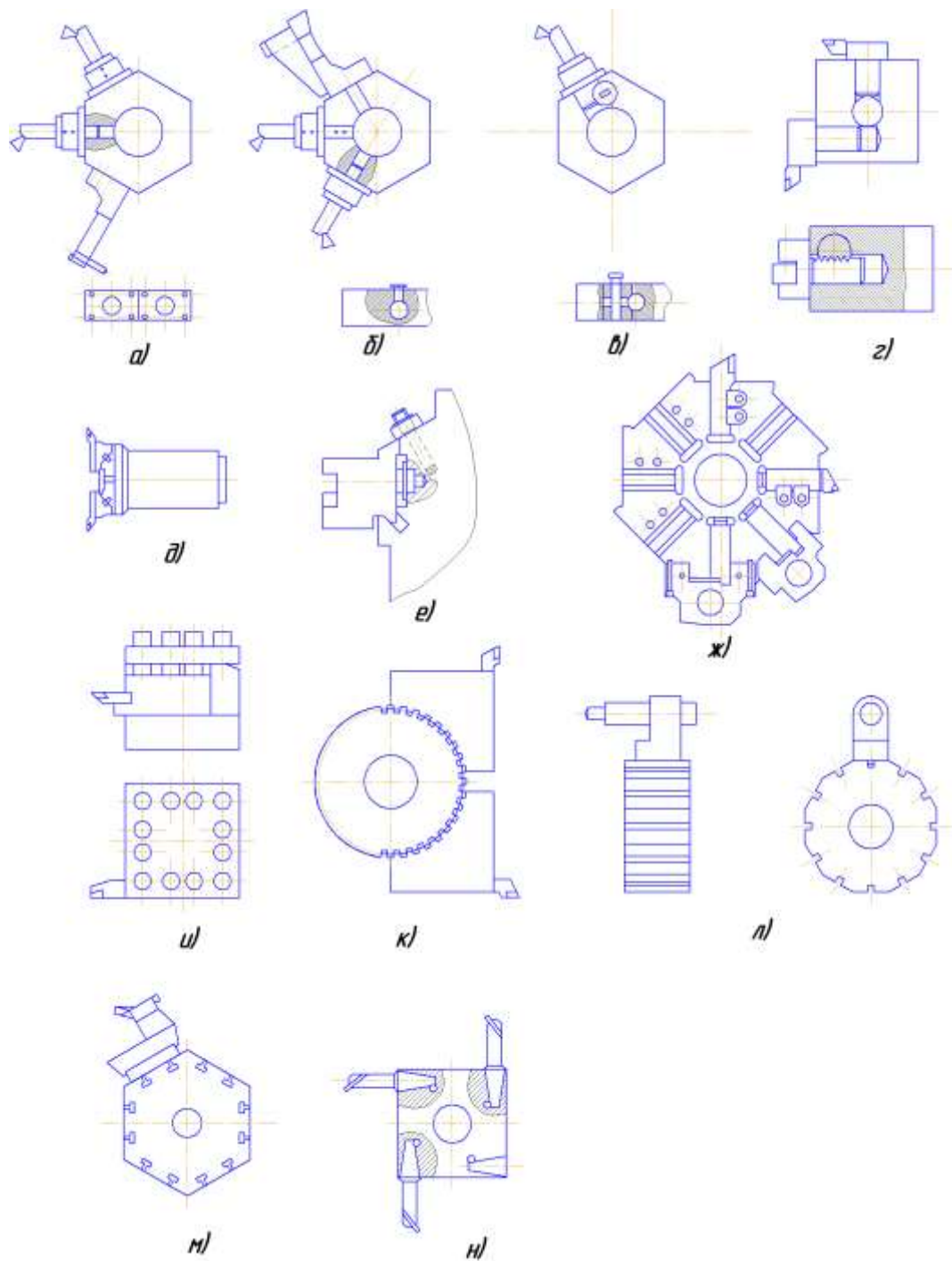


Рисунок 1.2 - Способи кріплення інструмента на токарних верстатах з ЧПК

Схему системи інструментального оснащення верстатів з ЧПК, що розроблена на базі допоміжного інструмента за кресленнями ВІДІ інструмент з урахуванням вимог СТ СЕВ 1858-79 на інструментальні хвостовики, показано на рис. 1.3.

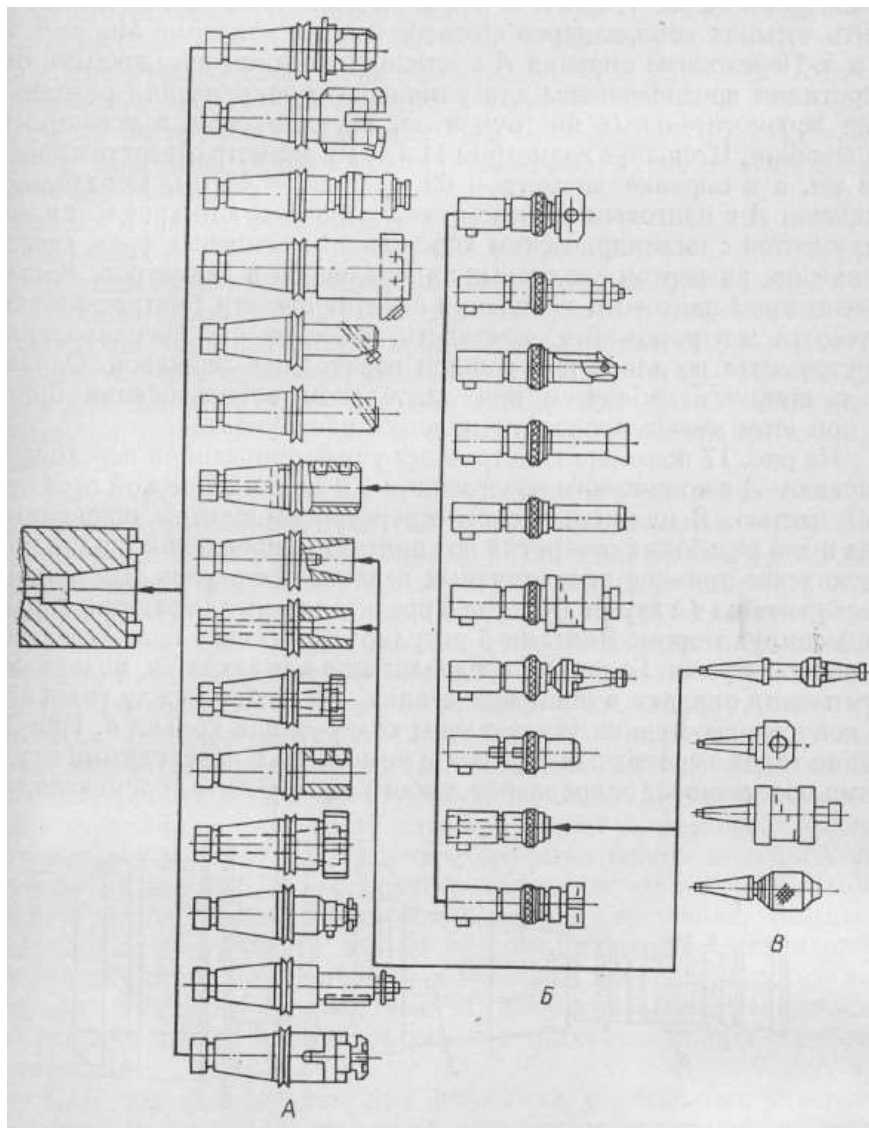


Рисунок 1.3 – Система інструментального оснащення для верстатів з ЧПК .

Складений у блок інструмент закріплюється за допомогою уніфікованої оправки з хвостовиком конусністю 7:24 /рис.1.4 /. Приймальний отвір оправки може бути циліндричним або конічним. Він дає можливість регулювати інструмент за довжиною. Оправки виготовляють із сталі 20Х або І8ХГТ з цементацією вглиб на 0,6...1,0 мм і запалюванням до HRC 53-57. Хвостовики мають шийки з головками для захвату оправок пристроями, що закріплюють допоміжний інструмент у шпинделі верстата. На циліндричній частині оправки виконано кільцеву канавку під захват пристрою Для автоматичної заміни інструмента.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

У сучасному світовому верстатобудуванні відомо кілька тисяч типорозмірів допоміжного інструмента, що значно утруднює обмін технікою та технологією і перешкоджає взаємозамінюваності окремих систем інструментального забезпечення.

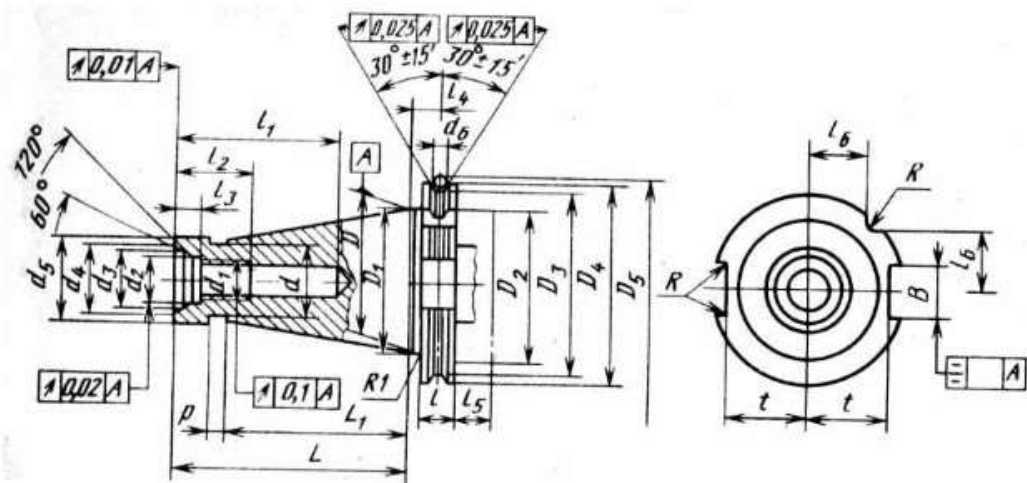


Рисунок 1.4 – Схема уніфікованої оправки

Доцільно розробити типові комплекти інструментального забезпечення ГВС, створені на основі узагальнення виробничого досвіду в рамках окремих підприємств, галузей і промисловості в цілому. Типові системи інструменто-забезпечення ГВС можна створити на агрегатно-модульній основі, що передбачає використання основи модульної технології, типізації та уніфікації технологічних процесів, а також типові елементарні переходи для обробки окремих елементів форми та комплексів поверхонь. Така робота, що проведена з використанням сучасних методів оптимізації, дасть змогу створити стандарти на системи інструментального забезпечення, які дадуть можливість блочної побудови та нарощування і забезпечать оптимальне живлення інструментів, створюваних і створених ГВС.

1.4 Автоматизація заміни інструменту на верстатах з ЧПК.

Один з основних факторів, що визначає можливість вмонтовування верстата з ЧПК в гнучкий комплекс, - наявність, конструкція й основні характеристики пристроїв автоматичної заміни інструмента. Ці пристрої скорочують допоміжний час і простоювання верстатів, пов'язані з заміною інструмента. Основні елементи цих пристроїв: інструментальні магазини для накопичування та збереження інструмента; завантажувально-розвантажувальні пристрої для знімання та встановлення інструмента в шпинделі верстата; проміжні транспортні пристрої для передачі інструмента від магазинів, накопичувачів і транспортних заповів до завантажувально-розвантажувальних пристроїв.

До пристроїв автоматичної заміни інструмента ставляться вимоги, що визначають ефективність їх роботи:

- мінімальні затрати часу на заміну інструмента;
- висока надійність роботи, достатня місткість інструментального магазину;
- максимальне суміщення часу заміни інструмента з часом роботи верстата;
- мінімальний вплив маси Інструмента на точність обробки;
- мінімальний вплив динаміки роботи магазину на якість оброблюваної поверхні;
- зручність обслуговування магазину під час роботи верстата;
- зручність і безпека спостереження за обробкою, захищеність магазину та розміщеного в ньому інструмента від попадання стружки та СОР;
- мінімальна додаткова площа, яку займає магазин;
- можливість збільшення місткості магазину без суттєвих змін конструкції решти вузлів пристрою заміни інструмента і верстата;
- можливість застосування принципів агрегатування.

						Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструктивне та компоувальне рішення механізмів автоматичної заміни інструмента залежить від типу верстата, його технологічних можливостей, розташування шпинделя, типу застосовуваного інструмента, тривалості заміни інструмента. Основна відмінність компоувань полягає в розташуванні Інструмента відносно шпинделя верстата.

Схеми розташування інструментальних магазинів верстатів з ЧПК на шпиндельній бабці показані на рис. 1.5 (4І,)а, на стойці зверху - на рис. 1.5(4І,6), на стойці збоку - на рис. 1.5 (4І,в), поруч із верстатом - на рис.1.5 (4І,г).

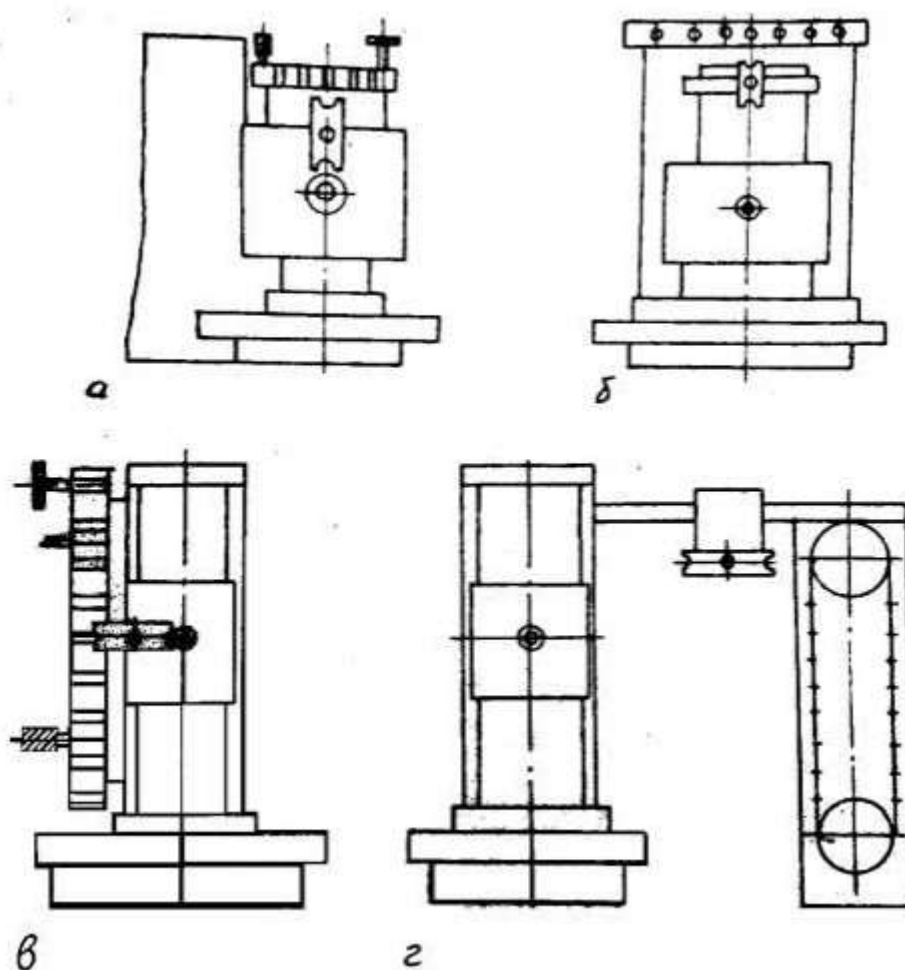


Рисунок 1.5 - Схеми розташування інструментальних магазинів верстатів з ЧПК на шпиндельній бабці

Розташування магазина на шпиндельній бабці не вимагає додаткових і переміщень автооператора шпиндельної бабки чи магазина, щоб забезпечити

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

необхідне взаємне положення магазина та шпинделя при заміні інструмента. Тому інструмент можна замінювати не лише при нульовому й при будь-якому іншому положенні шпинделя. Установлення магазина безпосередньо на шпиндельній бабці негативно впливає на точність верстата. Більш ефективно з точки зору якості обробки компонування магазина ланцюгового типу поза верстатом на окремих опорах. Заміна інструмента відбувається при переміщенні шпиндельної бабки після закінчення чергового переходу у вихідну точку обробки.

Верстати з вертикальним розташуванням шпинделя іноді оснащуються пристроями автоматичної зміни інструмента, в яких шпиндель проходить через магазин. Після обробки шпиндель повертає інструмент прямо в магазин, проходить через нього, щоб дати магазину можливість повернутися в необхідне положення та підвести наступний інструмент до контрольного датчика. Потім шпиндель подається вперед, фіксуючи в робочому положенні інструмент, необхідний для виконання наступної операції. Розповсюджено механізми з автоматичною зміною інструмента, розташовані на колоні багатоопераційних верстатів. Проте маса механізму при його консольному розташуванні може збільшувати похибки обробки. Розташовуючи магазин збоку від колони, забезпечують зручний доступ. Це дає можливість повертати його та завантажувати інструмент під час роботи верстата.

Інструментальні магазини, що виконують функції зберігання та і накопичування інструмента, розподіляють на дві основні групи. До першої відносяться магазини, в яких інструменти, розташовуючись у певній послідовності, безпосередньо сприймають зусилля різання. Конструкція магазина - орган, на який діють сили, тому має виконуватись з урахуванням вимог жорсткості та точності. Магазини другої групи призначені лише для зберігання інструмента та поділяються на магазини дискового, барабанного, ланцюгового та секційного типів. Найбільшу місткість мають магазини ланцюгового типу.

						Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристосування заміни інструмента з магазинами ланцюгового типу застосовують при проектуванні багатоцільових верстатів провідні фірми зарубіжних країн. Вони необхідні в основному при роботі важким інструментом масою до 20 кг, включаючи багатоінструментальні головки. У таких системах працює проміжний пристрій човникового типу, а інструмент з магазину на човник передається над верхнім торцем колони.

Конструкція та технологічні можливості пристроїв автоматичної зміни інструмента визначають вибір верстатів з ЧПК при розробці структур ГВС. При цьому враховуються місткість, розташування та доступність інструментального магазину, наявність датчиків для контролю зношення та виявлення пошкодження інструмента, а також часу від "різу до різ", який визначається проміжком часу від моменту припинення різання одним інструментом до моменту початку різання наступним після заміни.

Найпоширеніший метод заміни інструмента - передача його з магазину до шпинделя та назад за допомогою автооператора з поворотним важелем. За кількістю захватів автооператори бувають одно-, дво та багатозахватні. Найрозповсюдженіші двозахватні інструментальні автооператори з обертальним рухом захвата, виконані у вигляді двоплечового важеля з двома захватами з радіальними затискувачами. Такі автооператори широко застосовуються в автоматичних пристроях для заміни інструмента з дисковими інструментальними магазинами, розташованими в шпиндельній бабці, ланцюговими магазинами, а також для завантаження інструмента в шпиндель верстата з гнізда централізованих пристроїв живлення інструмента ГВС.

Двозахватний автооператор, який розміщено над шпиндельною бабкою верстата [43], зображено на рис. 1.6. Між його захватами-важелями 9 та 10 встановлено пружини 13, що прагнуть повернути захвати відносно осей 11 та 12. Захвати змонтовані в корпусі 20, з'єднаному з гільзою 18. У кришці 17 гільзи закріплено шарикопідшипник 16, посаджений на кінець штока 15 гідроциліндра 21. При переміщуванні поршня 22 разом із штоком

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15 рухається також гільза 18 із захватами. При цьому інструментальні оправки вилучаються з гнізда магазина чи з посадочного конуса шпинделя. Для часткової заміни Інструмента необхідно повернути конус 20 із захватами, для чого служить гідроциліндр 8. Шток гідроциліндра з'єднано рейкою 3, яка зчеплена з зубчатым вінцем 2, який закріплено на стакані І. Правий кінець стакану І двома довгими шпонками 14 та 19 сполучений з гільзою 18. Тому гільза і корпус 20 повертаються разом із стаканом 1. Довгі шпонкові пази дають можливість гільзі з захватами робити необхідні поздовжні переміщення.

Для захвата інструмента з магазина корпус 4 автооператора підіймається гідроциліндром 6 за напрямними 5 та 7 у крайнє верхнє положення, при якому один із захватів фіксує фланець інструментальної оправки, підготовленої до подачі в шпиндель верстата. У подальшому при вилученні з магазина та перенесенні в шпиндель оправка утримується пружинами 13.

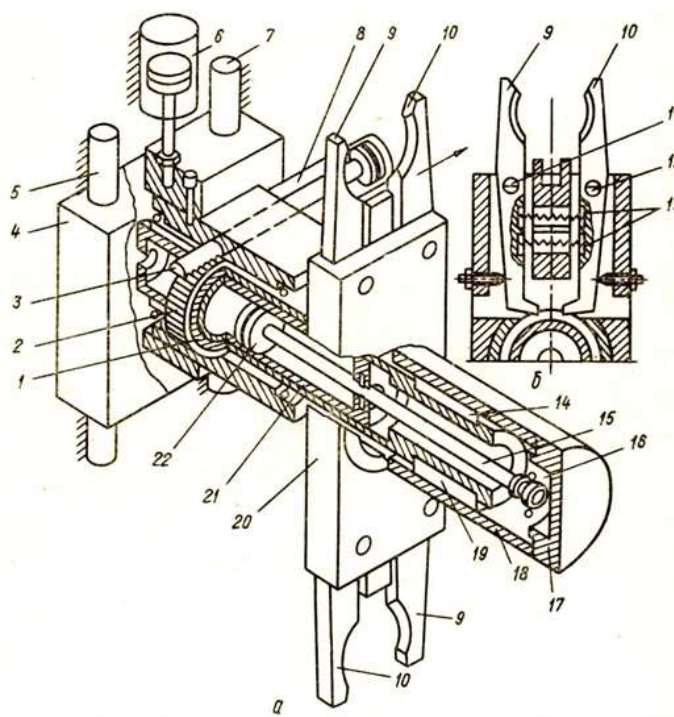


Рис. 1.6. Схема автооператора для зміни інструмента на верстаті з ЧПК.

Запобіжний пристрій забезпечує стійке положення інструментальної оправки при захваті в момент повороту автооператора. У момент повороту корпуса 20 внутрішні кінці К важелів /рис. 1.4/ впираються у шпонки 14 та 19, що не дає можливості важелям зблизитися та звільнити оправку.

Пошук інструмента в Інструментальних системах відбувається за допомогою його кодування. У верстатах з револьверними головками Інструменти розташовані в технологічній послідовності та можуть використовуватись лише один раз протягом циклу обробки. У багатоцільових верстатах кодування інструмента не пов'язане з його певним місцем у магазині. При цьому на оправку встановлюються кодові кільця, комбінація яких зчитується пристроєм контактного або безконтактного типу.

Для кодування використовуються також різьбові штирі, то вкручуються в оправку у певній послідовності, кодові гребінки та цифрові коди, нанесені на оправку. Код інструмента зчитується різними датчиками контрольного та безконтрольного типів. При збігу коду оправки з кодом, записаним на перфострічці програми, магазин зупиняється в потрібному положенні.

Кодування інструмента за допомогою кодових кілець збільшує виліт інструмента, його масу та час пошуку. Широко розповсюджено спосіб кодування гнізд інструментального магазину, який має такі переваги: простота та дешевизна оправок, можливість автоматичної заміни інструмента великого діаметра з пропуском гнізд, короткочасність заміни інструмента.

Впровадження гнучких систем металообробки вимагає створення на агрегатній основі системи постачання інструменту, в яких магазини розраховані на більш як 100 інструментів масою 30 кг, передбачено автоматичну заміну головок і систему контролю довжини, зношення та злам інструмента.

Необхідно широко розвивати принципи взаємозамінюваності агрегатів і вузлів систем заміни інструмента, які дають можливість легко об'єднувати в гнучкі комплекси різнотипні верстати з ЧПК та з

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

централізованим забезпеченням інструментом усіх верстатів. На цій основі розробляються конструкції інструментальних палет, що забезпечують зберігання, складування й автоматичну подачу наборів інструмента на задану позицію гнучкої системи.

1.5 Уніфікація ріжучого та допоміжного інструменту.

Велика кількість типів верстатів з ЧПК зумовила необхідність уніфікувати способи кріплення та фіксації ріжучого інструмента. Для верстатів з ЧПК певних груп створено системи допоміжного та спеціального інструмента, що забезпечують надійне закріплення всього стандартного ріжучого інструмента, необхідне для якісного виконання його технологічних функцій.

Приклад систем допоміжного інструменту для ГВС.

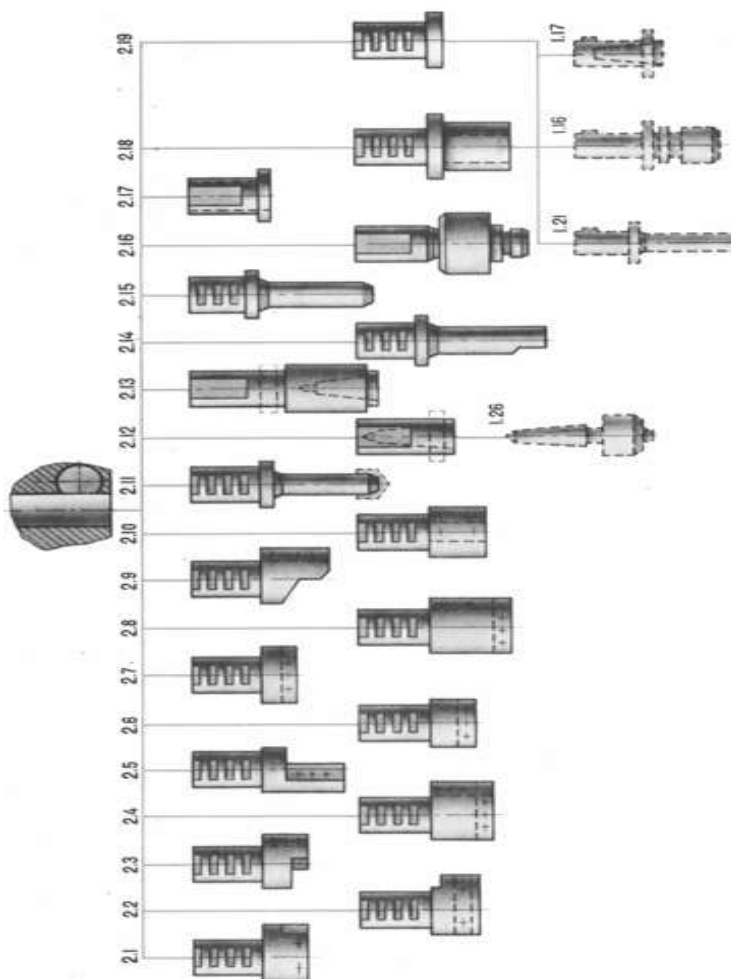


Рисунок 1.7 – Модульна підсистема допоміжного інструменту

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	19

На рисунку 1.5 показана Модульна підсистема допоміжного інструменту з циліндричним хвостовиком для верстатів токарної групи і схеми компоновання інструментальних блоків, що містять такі елементи:

- 2.1 - різцетримач з поперечним відкритим пазом;
- 2.2 - різцетримач з поперечним закритим пазом;
- 2.3 - різцетримач з паралельним закритим пазом;
- 2.4 - різцетримач з перпендикулярним і паралельним закритим пазом;
- 2.5 - різцетримач з осьовим закритим пазом;
- 2.6 - різцетримач з поперечним відкритим пазом для відрізних різців;
- 2.7 - різцетримач несиметричний з перпендикулярним відкритим пазом;
- 2.8 - різцетримач з перпендикулярним і паралельним відкритим пазом подовжений;
- 2.9 - різцетримач з паралельним відкритим пазом подовжений;
- 2.10 - перехідна втулка;
- 2.11 - державка для інструменту з циліндричним хвостовиком;
- 2.12 - перехідна втулка з конусом Морзе;
- 2.13 - перехідна плаваюча втулка з конусом Морзе;
- 2.14 - розточна борштанга з перпендикулярним пазом;
- 2.15 - то ж з похилим пазом;
- 2.16 - патрон для мітчиків;
- 2.17 - перехідна розтискних втулка;
- 2.18 - то ж з шпонковим пазом;
- 2.19 - то ж з шпонковим пазом зміцнена.

Різцетримачі призначені для кріплення інструменту

2.1-2.9 державок різців перетином від 16х16 до 40х40 мм,

2.1; 2.2; 2.4; 2.7-2.9 - для обробки зовнішніх поверхонь,

2.3 і 2.5 - для обробки внутрішніх поверхонь.

2.1-2.9 можуть бути лівого і правого виконання (за винятком двостороннього різцетримача 2.6).

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В перехідній втулці 2.10 встановлюють ріжучий інструмент або перехідною допоміжний інструмент з хвостовиком 16-40 мм.

Державки 2.11 призначені для установки пір'яних свердел, перехідна жорстка втулка 2.12 і патрон 2.13 з Самоустановлювальні втулкою - для різального інструменту, що має хвостовик з конусом Морзе.

Різцетримачі або Борштанги 2.14 і 2.15 використовуються для розточування різцями глибоких отворів 70-250 мм.

Патрон 2.16 призначений для установки мітчиків М6-М27. При установці в патроні спеціальної вставки можна нарізати різьбу плашками. Перехідна розтискних втулка 2.17 застосовується для кріплення інструменту з циліндричним хвостовиком 8- 32 мм. Перехідні втулки 2.18 і 2.19 з діаметром отвору 36 і 48 мм дозволять використовувати на верстатах інструмент свердлильно-розточувальних і фрезерних верстатів.

Підсистема допоміжного інструменту з циліндричним хвостовиком виготовляється Миколаївським дослідним заводом технологічного оснастки.

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

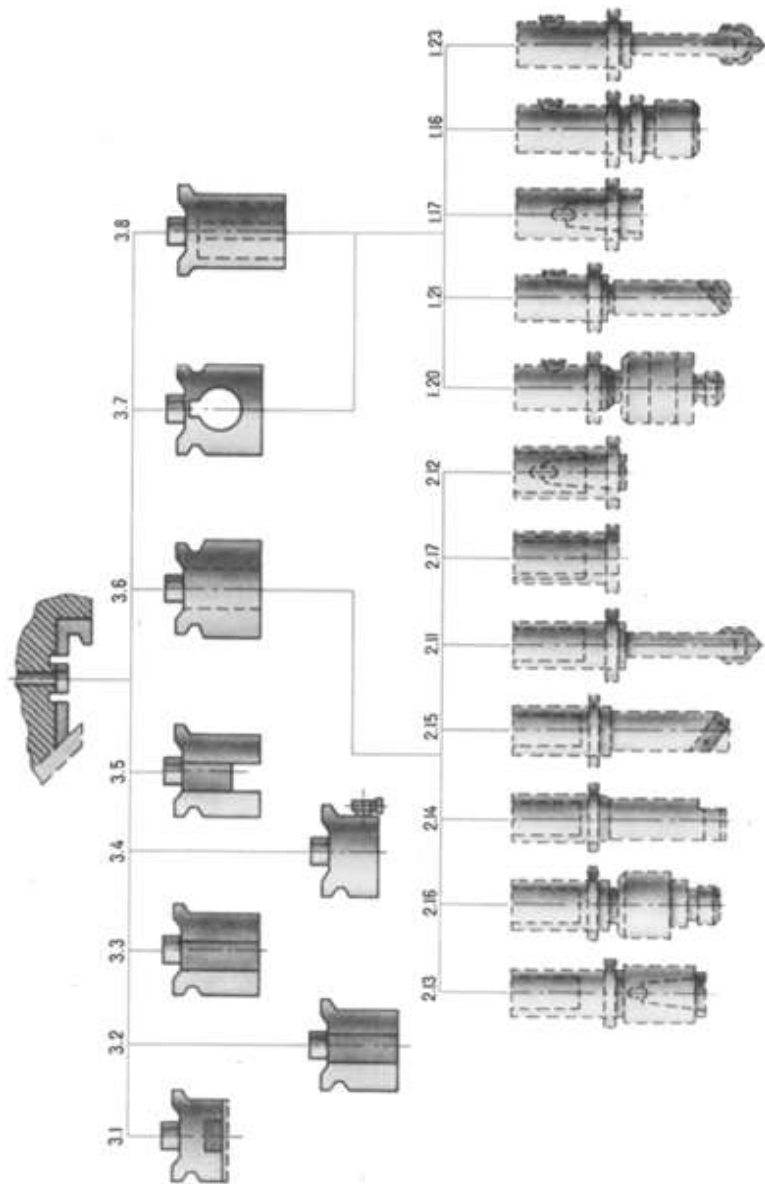


Рисунок 1.8 - Модульна підсистема допоміжного інструменту з базуючою призмою для токарних ГПМ

Підсистема допоміжного інструменту з базує призмою (рисунок 1.8) для верстатів токарної групи входять такі компоненти:

- 3.1 - різцетримач з відкритим і закритим паралельним пазом 191 811 003;
- 3.2 - різцетримач з відкритим перпендикулярним пазом;
- 3.3 - двосторонній різцетримач;
- 3.4 - розподільник охолоджуючої рідини;
- 3.5 - тристоронній різцетримач;

3.6 - тримач для кріплення інструмента з циліндричним хвостовиком з отвором, перпендикулярним до базової поверхні;

3.7 - тримач для кріплення інструмента з циліндричним хвостовиком і отвором, паралельним базової поверхні;

3.8 - тримач для кріплення інструменту з циліндричним хвостовиком і отвором, перпендикулярним до базової поверхні.

Для модульної системи розточувальних головок розроблена конструкція, яка має спеціальну конструкцію хвостовика у вигляді різьбового з'єднання, що дозволяє точно та жорстко з'єднувати елементи (агрегати), з'єднання складається з модулів 1 та 2, зовнішні діаметри яких виконані згідно основного ряду та визначають решту розмірів з'єднання. Параметри різьби розраховані, входячи з можливого навантаження у процесі різання та враховуючи запас міцності (50 хв^{-1} , 10 кВт). Вони мають підвищену твердість (до 58HRC).

Дана конструкція найбільш проста та технологічна порівняно з іншими з'єднань модулів. Для спрощення зборки з'єднання слід змащувати.

Проводились перевірки елементів системи на статичну та динамічну жорсткість до (100Гц). Збірний інструмент показав майже однакову з суцільним жорсткість на згин. При використанні збірних елементів ступінчатої форми жорсткість на згин та динамічні показники виявилися навіть більшими за аналогічні для суцільних. Оршанським інструментальним заводом випускається система, яка складається з:

- комплекту державок (хвостовиків) семи основних типорозмірів;
- комплекту перехідників з більшого розміру на менший 4-х типорозмірів;
- комплекту подовжувачів десяти типорозмірів;
- комплекту однозубих та двохзубих розточувальних голівок.

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Комплект дозволяє зібрати більше 60 варіантів інструментальних блоків для обробки отворів 40-250 мм та довжиною до 400 мм (близько 80% усіх отворів).

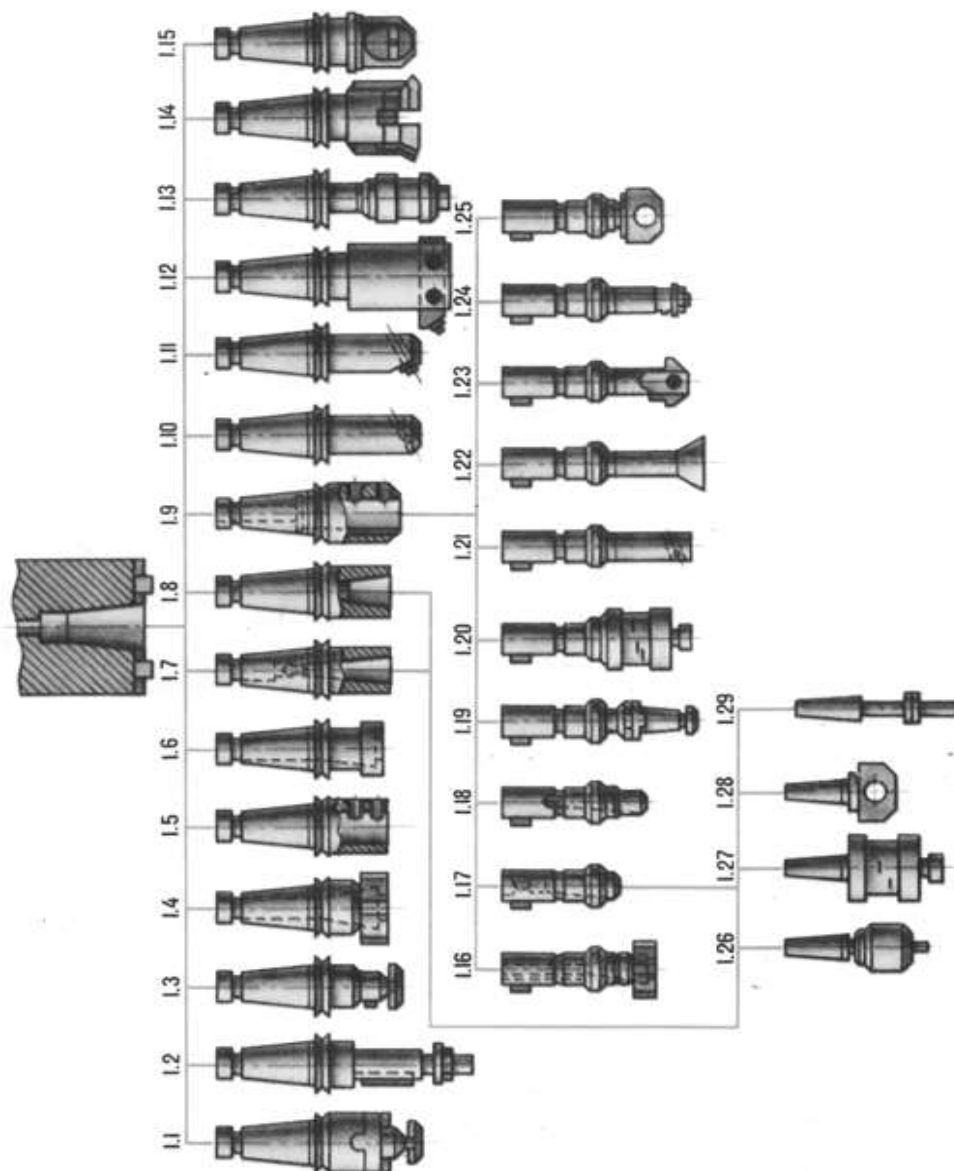


Рисунок 1.7 - Система допоміжного інструменту для модулів обробки свердлильно-фрезерно-розточний групи

Система допоміжного інструменту для модулів обробки свердлильно-фрезерно-розточних груп (рисунок 1.7) складається з наступних елементів:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

- 1.1-оправлення з конусом 7:24 для насадних фрез з поперечною шпонкою;
- 1.2 - оправлення з конусом 7:24 для насадних циліндричних фрез з продольною шпонкою;
- 1.3 - оправлення з конусом 7:24 для насадних торцевих фрез з поперечною шпонкою;
- 1.4 - патрон з конусом 7:24 цанговий з діапазоном затиску деталей діаметром 20-40 мм.
- 1.5-втулка з конусом 7:24 перехідна для кінцевих фрез.
- 1.6 - патрон з конусом 7:24 цанговий з діапазоном затиску деталей діаметром 5-20 мм;
- 1.7-втулка з конусом 7:24 перехідна для інструменту з конусом Морзе з лапкою;
- 1.8-втулка з конусом 7:24 перехідна для інструменту з конусом Морзе з різьбою;
- 1.9 - державка з конусом 7:24 для регулювання патронів, втулок і оправок;
- 1.10 - оправлення з конусом 7:24 розточна для напівчистового розточування;
- 1.11 -оправка з конусом 7:24 розточна для чистового розточування;
- 1.12 - оправка з конусом 7:24 для чистового розточування збірна;
- 1.13 - оправка з конусом 7:24 для підрізання пластин;
- 1.14 - головка з конусом 7:24 розточна двохзуба;
- 1.15 - головка з конусом 7:24 розточна універсальна;
- 1.16 - регульований цанговий патрон з діапазоном затиску 5-25 мм;
- 1.17 - регульована втулка з внутрішнім конусом Морзе універсальна;
- 1.18 - регульована втулка довга з внутрішнім конусом Морзе;
- 1.19 - регульована оправка для насадних зенкерів і розгортки;
- 1.20 - регульований різьбонарізний патрон;
- 1.21 - регульована оправлення для чистового розточування;

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 1.22 - регульована розточна двохзуба оправка;
- 1.23 - регульована оправка для кріплення пластин пір'яних свердел;
- 1.24 - регульована оправка для дискових фрез;
- 1.25 - регульований розточувальному патрон;
- 1.26 - патрон з конусом Морзе свердлильний трьохкулачковий без ключа;
- 1.27 - то ж різьбонарізний;
- 1.28 - розточувальний;
- 1.29 - оправка з конусом Морзе для насадних зенкерів і розгорток.
- Виробник - Оршанський інструментальний завод.

Приклади модульних систем різального інструменту для ГВС.

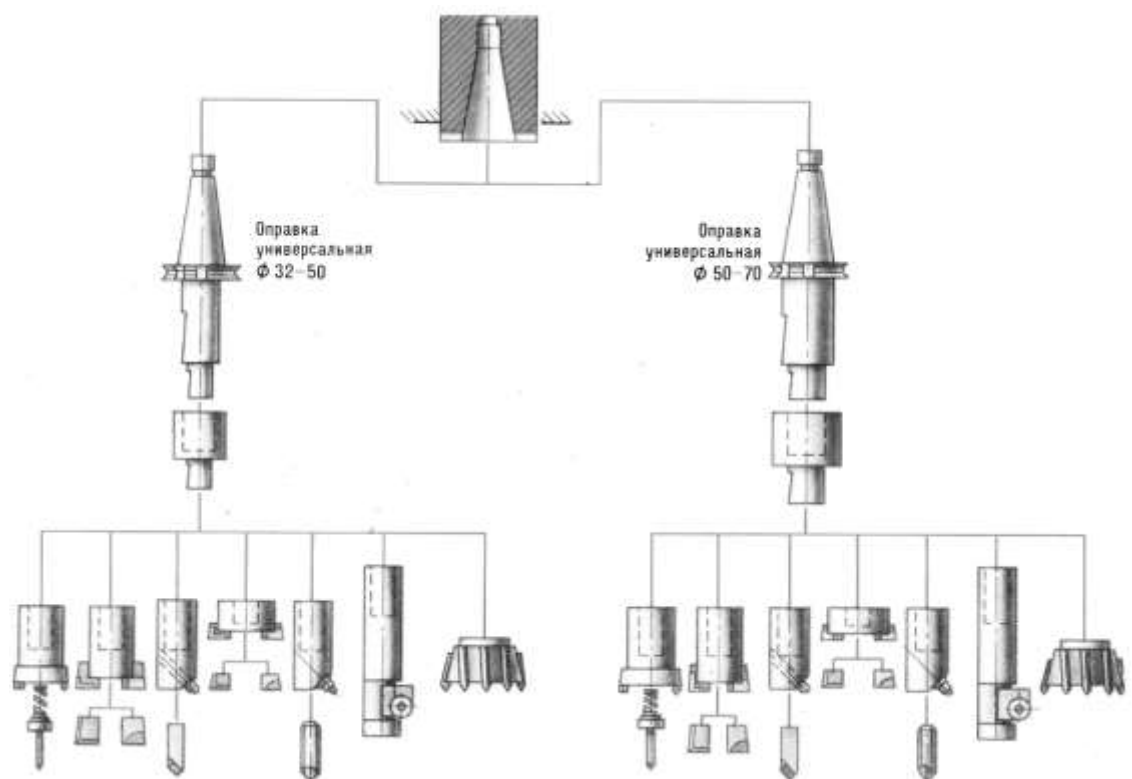


Рисунок 1.8- Модульна система інструменту для свердлильно-фрезерно-розточувальних ГПМ

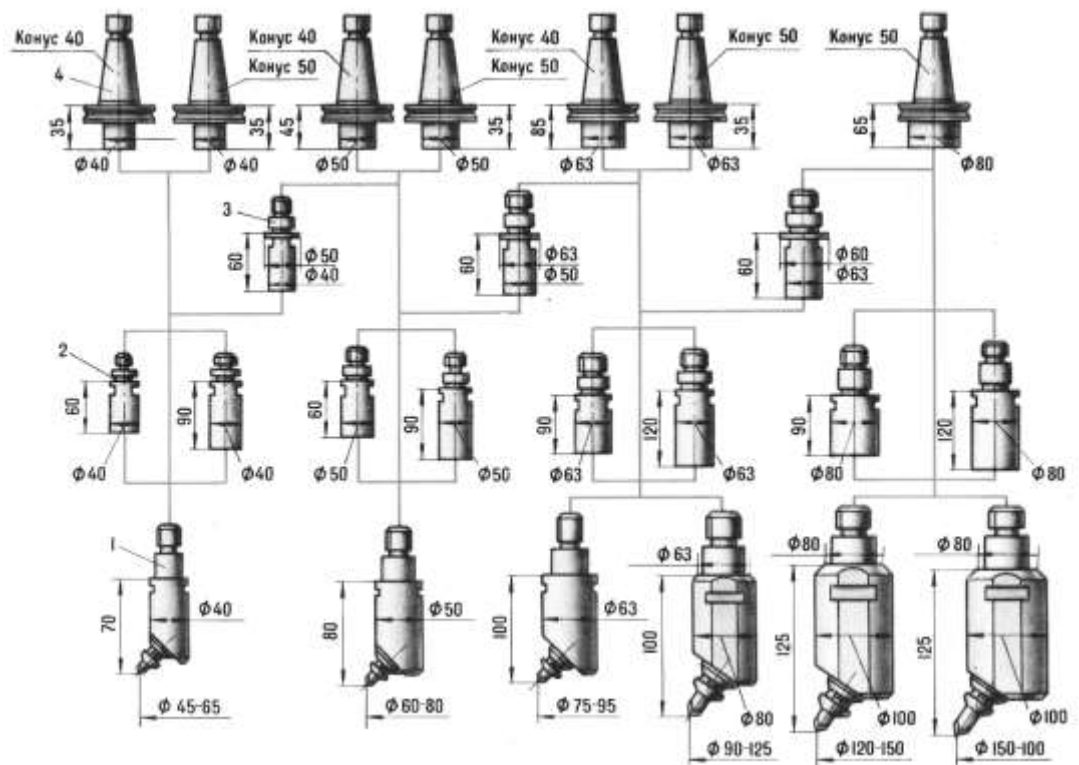


Рисунок 1.9 - Модульна система розточувального інструменту з мікрометричним регулюванням

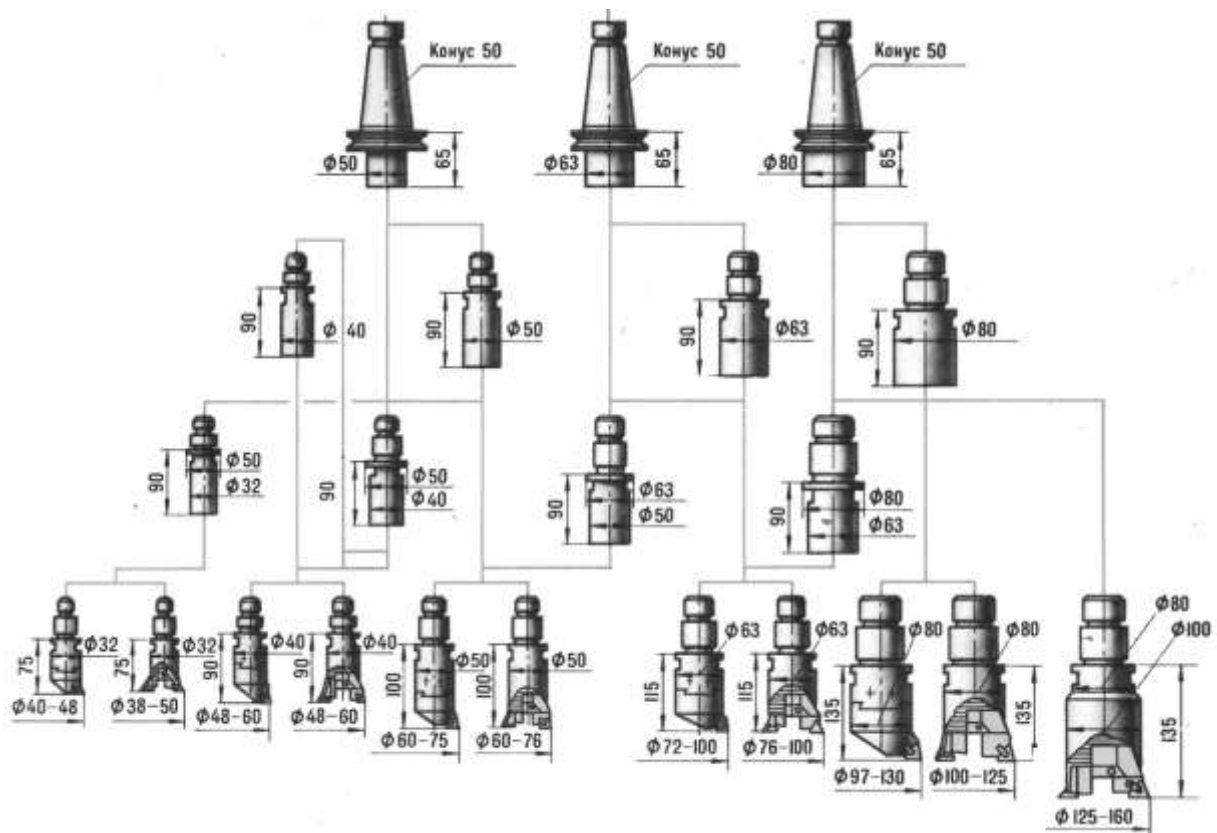


Рисунок 1.10 - Уніфікована система модульного інструмента для свердлильно-фрезерно-розточний обробки

1.6 Дослідження якісних показників ріжучого інструменту по критерію стійкості.

При виборі інструмента необхідно враховувати велику різноманітність оброблюваних матеріалів, точність обробки і шорсткість поверхні, характер зносу. Стійкість інструменту є найважливішим фактором, що визначає його вибір. З урахуванням параметрів продуктивності інструмент вибирають таким чином, щоб без підналагодження або заміни забезпечити обробку однієї деталі або партії деталей. Це збільшує надійність роботи ДПС та зменшує кількість інструментів, що використовуються в системі.

Комплексність поняття «якості» інструменту визначається умовами роботи конкретного верстата за критеріями **безпеки, продуктивності, стійкості, якості обробки та економічності**. У процесі підбору інструменту зазвичай орієнтуються на паспортні показники. Фактична відповідність технічним вимогам виявляється на етапах експлуатації та обслуговування. Затуплення і поломки в робочому процесі призводять інструмент до нового якісного стану з обов'язковим зміною періоду стійкості. Недоліки інструментального господарства зазвичай проявляються на стадіях доведення і контролю параметрів. Кожному з критеріїв якості інструментів відповідає ряд факторів.

Інструмент зі 100-відсотковим якістю повинен повною мірою задовольняти названим критеріям, тобто на кожен з критеріїв якості має також доводитися максимальне число відсотків. Кількісна оцінка кожного з критеріїв дозволить більш точно оцінювати порівнювані інструменти, тому що сучасна модернізація металорізальних інструментів, як правило, стосується одного або декількох критеріїв якості. Користування інструментом низької якості може призвести до збоїв роботи будь-якого підприємства. Технічне вдосконалення верстатів забезпечується якістю ріжучого інструменту, що надає важливе вплив і на економічні показники діяльності деревообробного виробництва.

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критерії стійкості

Стійкість інструментів визначається в першу чергу матеріалом, а також регламентованими оптимальними геометричними і мікрогеометричними параметрами. Частота зміни інструменту тісно пов'язана з періодом стійкості:

$$k = \alpha \frac{T_p}{t_c}$$

де α - коефіцієнт, що враховує організацію зміни інструменту;

T_p - обліковий час роботи інструменту, ч. ;

t_c - період стійкості, ч.

Відомості по періоду стійкості інструментів вельми суперечливі, і представлені дані мають розбіжність до десятків годин з окремих інструментів, особливо оснащених твердим сплавом. Це вказує на необхідність уточнення і конкретизації дослідження в цьому напрямку, тому що стійкість і довговічність інструментів тісно пов'язані з економічним критерієм якості. Період стійкості прямо пропорційно залежить і від якості підготовки інструментів до роботи. Якість заточки має першорядне значення для стійкості різців, тому що порушення технологічних режимів заточування веде до реструктуризації матеріалу ріжучих інструментів. Геометричні параметри інструментів також до кінця не досліджені стосовно для різних матеріалів і операцій механічної обробки. У фірмі «Ясень» ВГЛТА проведені прикладні дослідження по оптимізації деяких параметрів круглих пилок, що впливають на якість пропила ламінованих плит. На рис. 2 представлена гістограма розсіювання середньоарифметичного розміру від числа відколів для досліджуваних п'яти варіантів фрез.

Відомо, що збільшення кута ϕ (кута косого заточування по задній грані) призводить до зниження зусиль і потужності різання. З діаграми видно, що найкращою якістю пропила (меншим числом відколів) володіє пила з кутовими параметрами: $\alpha = 20 - 30^\circ$, $\phi = 15^\circ$ (стандартний). Середні

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

показники якості у пив: $\alpha = 10-15^\circ$, $\varphi = 15^\circ$. Зі зменшенням кута косого заточування φ до 10° .

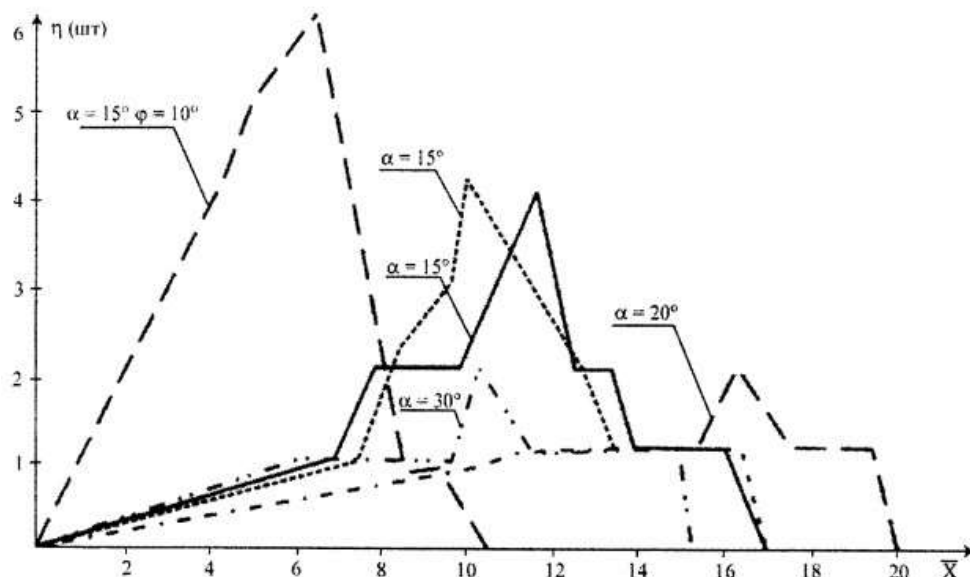


Рисунок 1.11 – Гістограма розсіювання кількості сколов на виробі, якісні показники різко зменшуються, енергетичні збільшуються, но стійкість інструмента при цьому збільшуються в 2 раза.

Виробничі дослідження стійкості круглих пилок (різних форм), оснащених твердосплавними пластинками, показали особливу важливість вихідного контролю параметрів після заточки. Доведення інструментів і попередня їх очищення підвищують період стійкості до 50%.

Таким чином, за критеріями стійкості можна виділити такі оціночні категорії інструментів:

1. Вибір більш міцного і зносостійкого матеріалу - 10% (так, пилки оснащені пластинками твердого сплаву з ВК-6, показали стійкість в три і більше разів вище в порівнянні з ВК-15 на розкрої ламінованих дерев'яних матеріалів).
2. Оптимальні параметри на даній технологічній операції - 10%.

3. Суворе відповідність геометричних параметрів паспортним даним - 10%.
4. Відомий завод-виготовлювач інструмента- 10%.
5. Використання в конструкції принципів «самозаточки» різців - 10% (найважливіші напрямки пошуку на сучасному етапі розвитку науки про різання деревини).
6. Якісна шліфування інструменту, армування ріжучої частини силіконовим покриттям, хромування - 10%.
7. Естетичний зовнішній вигляд - 10% (надає суб'єктивний вплив на працюючого і таким чином часто підвищує стійкість інструменту).
8. Використання сучасних методів підвищення стійкості - 10% [5, 6].
9. Контроль параметрів після заточування і доведення -10%.
10. Якісна настройка в верстаті і наявність навичок у працюючих - 10% (встановлено на основі виробничого досвіду).

1.7 Проблема підвищення ефективності інструментального господарства ГВС.

Гнучкі виробничі системи, створені на базі верстатів з ЧПК, забезпечуються ріжучим інструментом в автоматичному циклі з магазинів верстатів і шляхом централізованого постачання інструменту до окремих верстатних одиниць. Ємність магазинів багатоцільових верстатів у багатьох випадках буває недостатньою, тому ГВС оснащуються автоматизованими транспортно-складськими системами інструментів. У гнучких системах забезпечена автоматизована зміна як окремих інструментів, так і інструментальних блоків.

Особливістю інструменту, що застосовується в ГВС, є високий ступінь його уніфікації, що дає можливість скоротити його номенклатуру і загальна кількість. Для кріплення інструменту на верстатах з ЧПК використовуються інструментальні оправки з конічним хвостовиком, який забезпечує високу точність центрування і жорсткість з'єднання оправки зі

						Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шпинделем верстата. Такий спосіб кріплення застосовується не тільки для кінцевих інструментів, але і для різцевих блоків. Інструмент, що використовується в ГВС, повинен забезпечити виконання різних операцій механічної обробки: точіння, розточування, фрезерування, свердління, розсвердлювання, глибокого свердління, зенкерування, розгортання, нарізування різьблення мітчиками, головками і різцями, обробки криволінійних і фасонних поверхонь і цілий ряд інших операцій. При виборі інструмента необхідно враховувати велика різноманітність оброблюваних матеріалів, точність обробки і шорсткість поверхні, характер зносу. Стійкість інструменту є найважливішим фактором, що визначає його вибір. З урахуванням параметрів продуктивності інструмент вибирають таким чином, щоб без підналагодження або заміни забезпечити обробку однієї деталі або партії деталей. Це збільшує надійність роботи ДПС та зменшує кількість інструментів, що використовуються в системі.

У складі ГВС можуть перебувати верстати, ємність інструментальних магазинів яких недостатня для повного забезпечення технологічного процесу. В такому випадку використовують систему, в якій кожен з налаштованих інструментів, що встановлюється в магазини, передається з магазину в магазин незалежно від інших інструментів і використовується на різних верстатах. Основна маса інструментів зберігається в інструментальних магазинах, інші переміщуються між верстатами. При великій номенклатурі інструменту і обмеженої місткості магазинів верстатів обирають такий інструмент, який може забезпечити обробку різного виду поверхонь.

Основними критеріями при виборі інструментів є жорсткість, стійкість, універсальність і точність. Підібраний інструмент за своїми технологічними можливостями повинен покрити всю область переходів технологічного процесу групи деталей, оброблюваних в ГВС.

Надійність функціонування сучасних гнучких виробничих систем багато в чому залежить від якості, надійності і зносостійкості застосовуваного різального інструменту. Стабільну роботу інструментальної системи

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гнучкого комплексу можна забезпечити шляхом застосування сучасних ріжучих інструментів з твердих сплавів зі зносостійкими покриттями, надтвердих матеріалів, ріжучої кераміки та інших сучасних матеріалів за умови інтеграції з пристроями автоматичної зміни і діагностики стану інструменту.

Одним з основних факторів, 'що визначають можливість вбудовування верстата з ЧПК в гнучку систему, є наявність, конструкція і основні характеристики пристроїв автоматичної зміни інструменту. Пристрої автоматичної зміни інструмента забезпечують скорочення допоміжного часу і простоїв верстатів, пов'язаних із заміною інструменту. Основними елементами цих пристроїв є: інструментальні магазини, службовці для накопичення і зберігання інструментів; завантажувально-розвантажувальні пристрої, які здійснюють знімання і встановлення інструмента в шпинделі верстата; проміжні транспортні пристрої, призначені для передачі інструменту від магазинів, накопичувачів і транспортних засобів до завантажувально-розвантажувальних пристроїв.

До механізмів автоматичної зміни інструменту пред'являється ряд вимог, що визначають ефективність їх роботи: мінімальні витрати часу на зміну інструменту; висока надійність роботи; достатня ємність інструментального магазину; максимальне суміщення часу зміни інструмента з часом роботи верстата; мінімальний вплив маси інструменту на точність обробки; мінімальний вплив динаміки роботи магазину на якість обробленої поверхні; зручність обслуговування магазину під час роботи верстата; зручність і безпеку нагляду за обробкою; захищеність магазину і розміщуються в ньому інструментів від попадання стружки і МОР; мінімальна додаткова площа, яку займає магазином; можливість збільшення ємності магазину без істотної зміни конструкції інших вузлів пристрою зміни інструменту і верстата; можливість застосування принципів агрегатування.

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Глава 2. Синтез раціональної структури інструментального господарства ГВС.

2.1 Елементна технологія гнучких виробничих систем.

При технологічному проектуванні необхідно вирішувати цілий комплекс взаємопов'язаних завдань: виділення номенклатури деталей, що підлягають обробці в ГПС; групування деталей, уніфікація їх елементів і розробка комплексної деталі; побудова маршрутної груповий технології; визначення тимчасових зв'язків ТП; вибір основного технологічного обладнання; визначення складу системи інструментального забезпечення; вибір засобів технологічного оснащення і транспортних засобів; визначення компоновки ГПС і т.д. Крім того, уніфікація і групування деталей повинні проводитися на основі їх класифікації за конструктивно-технологічним принципам. Отже, всьому цьому має передувати ретельне опрацювання ТП. В умовах багато-номенклатурних виробництва цей процес трудомісткий, складно реалізуємо і вимагає застосування засобів автоматизації на основі обчислювальної техніки.

Використовувані в ГПС системи автоматизованого проектування технологічних процесів (САПР ТП) вузькоспеціалізовані і створюються для певних попередньо сформованих груп деталей з обов'язковою адаптацією стосовно конкретної ГПС і виробничим умовам.

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

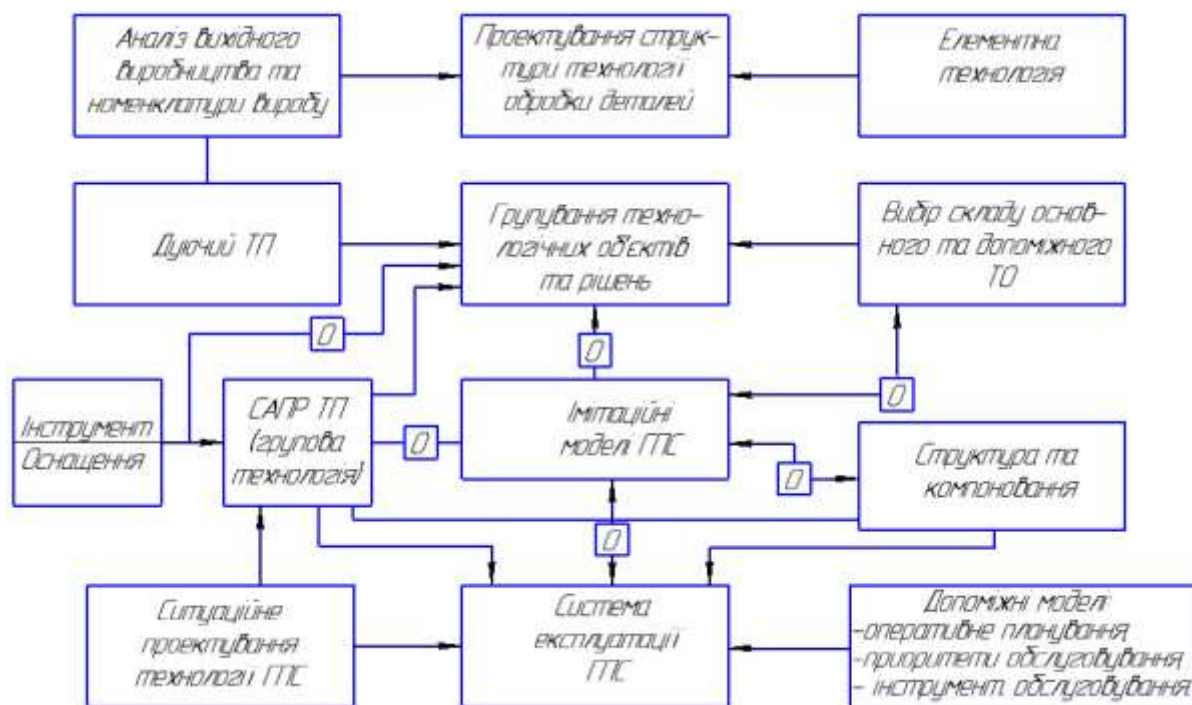


Рисунок 2.1- Системна модель технологічного проектування ГПС.

Їх призначення - проектування робочого ТП виготовлення конкретної деталі. Тому традиційно на первинних стадіях проектування зазначені завдання вирішуються або на основі укрупнених методів, або на базі типових технологічних рішень, 'Іто призводить до помилок або до зниження якості проектування.

На етапі технологічного проектування ГПС необхідно застосовувати спеціалізовані САПР, призначені для попередньо І ного ТП обробки кожної з деталей, які потребують подальшого виготовлення, і формування при цьому відповідних масивів даних про склад і схемах переходів, типі ріжучих інструментів і оснастки, тимчасових характеристиках і т. п. Ці САПР повинні забезпечують синтез елементної технології безвідносно до конкретних моделей верстатів (їх вибір ще належить на подальших етапах) на рівні обробки елементарних поверхонь і створення на їх основі даних для комплексного аналізу і прийняття рішень. Отримана інформація служить базою для систем і процедур автоматизованої уніфікації і групування, а

також для інших, раніше згаданих, і об'єднує їх в єдиний апарат. Вона необхідна при створенні та адаптації САПР ТП для отриманих груп деталей. Порядок розробки елементної технології показаний на рис. 2.2.

Розглянемо спеціалізовану САПР, створену для корпусних деталей, оброблюваних на багатоцільових верстатах з ЧПУ. В її основу покладено принципи сучасної технології, згідно з якими конструктивно-технологічні характеристики деталей формально можуть бути представлені у вигляді сукупності елементарних поверхонь і схем їх обробки. З цією метою всі елементарні поверхні класифіковані фасетного способом і згруповані по семи видах (рис. 2.3). В основу класифікації покладено їх конструктивно-технологічні особливості та функціональне призначення, тобто ознаки, що визначають спільність елементарних технологічних схем обробки, тип основного і допоміжного інструменту, послідовність обробки і т.п.

До першого виду належать циліндричні гладкі і ступінчасті, а також конічні отвори, оброблювані по 6 - 10 квалітетам з шорсткістю поверхні до 1,25 ... 2,5 мкм з підвищеними вимогами до точності розташування осі. Такі отвори перед призначені для базування деталей, які встановлюються в корпусі.

До другого виду відносяться базові різьбові отвори, які характеризуються підвищеною точністю різьбовій поверхні і точним розташуванням осі.

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

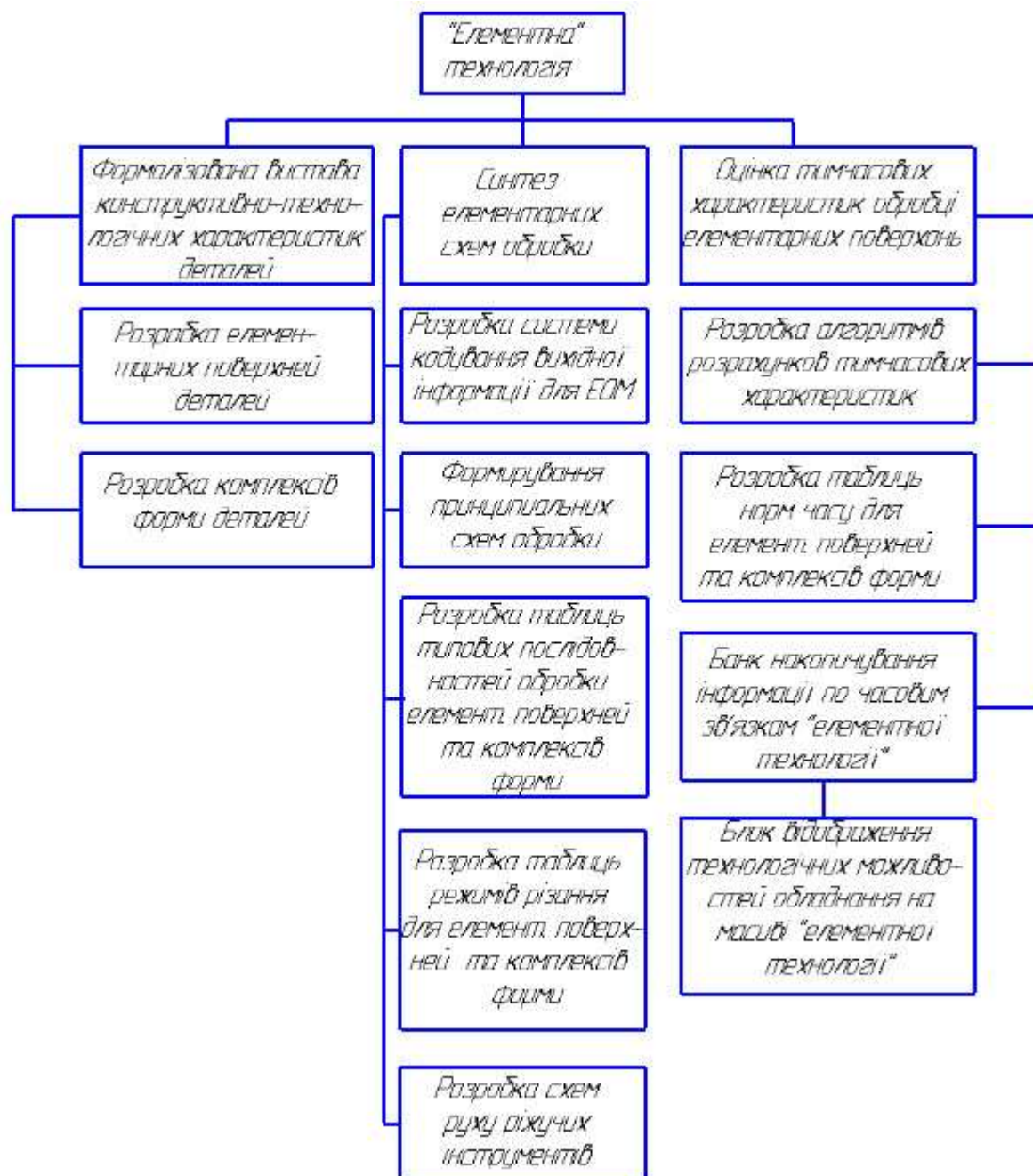


Рисунок 2.2 – Порядок розробки «елементної технології»





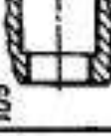
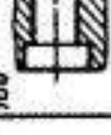
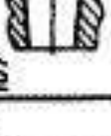




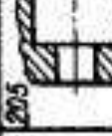
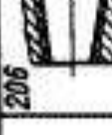
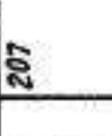


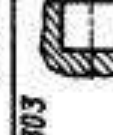
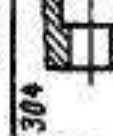
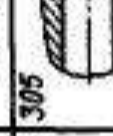
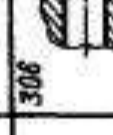
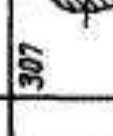




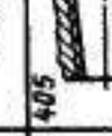
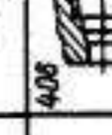
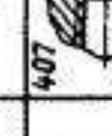



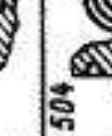
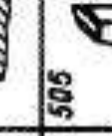
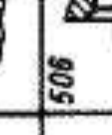
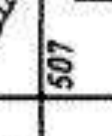




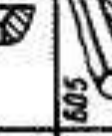
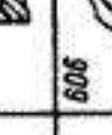
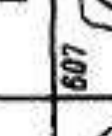



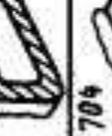

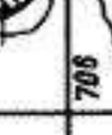
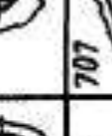
100	Оснoвні oтвoри	101		102		103		104		105		106		107	
200	Оснoвні різьбoві oтвoри	201		202		203		204		205		206		207	
300	Дoпoміжні oтвoри	301		302		303		304		305		306		307	
400	Дoпoміжні різьбoві oтвoри	401		402		403		404		405		406		407	
500	Кaнaвки, фaски	501		502		503		504		505		506		507	
600	Плoщини	601		602		603		604		605		606		607	
700	Пaзи, виступи, кoнтyри	701		702		703		704		705		706		707	

Рисунок 2.3 – Елементарні поверхні корпусних деталей.

Ряд поверхонь третього виду складено з канавок різного техноло-
гічного призначення.

Поверхні четвертого виду складені з допоміжних; гладких східчастих і конічних отворів, розглядатись не точніше квалитета 11 з шорсткістю Ra 5 і більше.

До поверхні п'ятого виду відносяться кріпильні різьбові отвори грубого і середнього класів точності.

Групу поверхонь шостого виду становлять різні площини (базові, привалочних і ін.).

Сьомий вид поверхонь об'єднує пази, уступи, припливи, вузькі площині, контурні поверхні і ін.

Технологія обробки елементарних поверхонь будується на основі типових технологічних рішень і узагальнення виробничого досвіду. При цьому можуть бути прийняті неоптимальні рішення, що цілком допустимо на початковому етапі проектування, коли ще не відомі склад ОТО і його технологічні можливості. Оптимальні рішення приймаються на стадії проектування робочої технології системою САПР ТП ДПС.

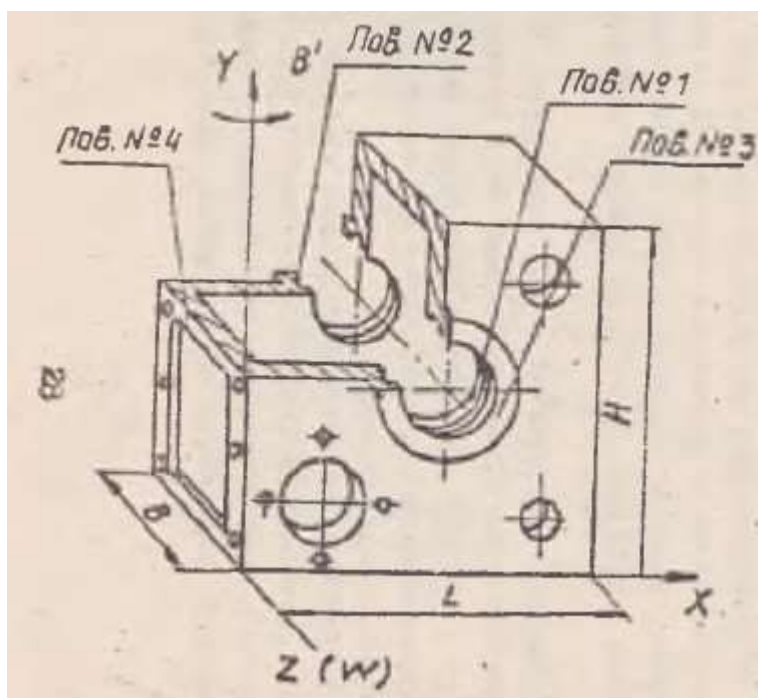


Рисунок 2.4 – Схема надання деталі в системі координат верстата .

Проектування за допомогою даної САПР ведеться в автоматичному режимі. Для кодування і завдання інформації ЕОМ деталь представляється в системі координат верстата (рис. 2.4). Кожна поверхня може описана певним набором параметрів: розмірами, координатами розташування, квалітетом, шорсткістю, вихідним станом і т.д. На всі елементарні поверхні складена картка, що містить їх схеми і параметри для кодування. Приклади деяких з них, відповідних рис.2.4, показані на рис. 2.5. Кодуються дані відповідно до креслення і картотекою записуються на спеціальному бланку, а потім вводяться в ЕОМ. Використовуваний при цьому спосіб опису досить простий і не вимагає спеціальної мови.

Алгоритм роботи САПР полягає в наступному (рис. 2.6). Блоками 1, 8 і 9 здійснюється послідовний введення даних про Деталі з номерами І, які включають в себе загальні відомості (матеріал, масу, габаритні розміри, твердість, вид заготовки та опис елементарних поверхонь).

Після введення характеристик черговий деталі вибирають схеми обробки по кожній поверхні (послідовність виконання технологічних переходів, що забезпечують її необхідну точність і шорсткість) і основних параметрів інструментів, необхідних для виконання переходів (блоки 2 і 3).

Потім проводиться аналіз складу інструментів по видом уніфікації їх параметрів, тобто визначається загальна номенклатура ріжучих інструментів для даної деталі (блок 4). При цьому враховуються граничні допустимі значення діаметрів, довжин і т.п.

						Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

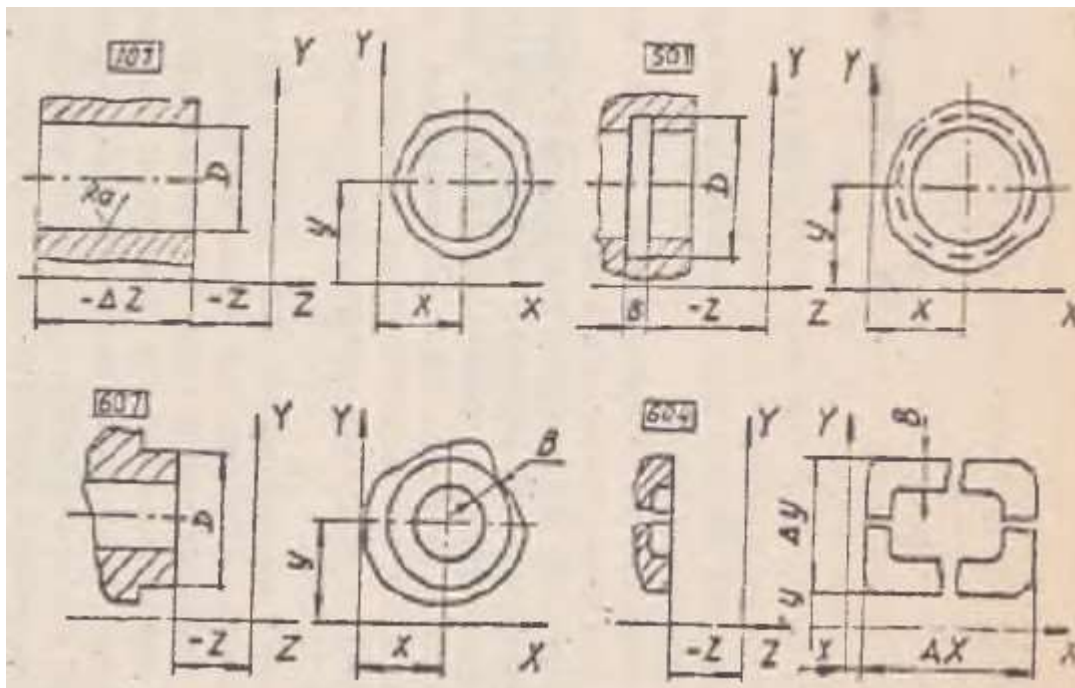


Рисунок 2.5 – Приклад кодування деталі

Після цього розраховуються режими різання, призначається послідовність обробки в залежності від видів елементарних поверхонь і визначаються тимчасові характеристики - основний і допоміжний час по кожному переходу (блоки 5-7).

Отримані цінні поміщаються в інформаційні масиви, де зберігаються: параметри ріжучих інструментів за кожним видом з ідентифікацією номера деталі, номери поверхні і переходу; основний час обробки інструментом кожної поверхні і сумарний основний час для чергової деталі, партії деталей і всієї номенклатури; загальні дані трудомісткості обробки однієї деталі і всієї партії і ін.

На підставі уніфікації параметрів інструментів для всієї номенклатури деталей передбачається вибирати конкретні типи стандартних інструментів, групувати деталі і вибирати ОТО. З цією метою створюються спеціалізовані бази даних "Інструмент" і "Обладнання", а також методики групування вибору ОТО.

САПР реалізована на мові програмування PL / 1 ОС ЄС.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Структура САПР дозволяє використовувати її для вирішення приватних завдань: проектування робочих ТП в одиничному і дослідно-експериментальному виробництві, так як дані про склад технологічних схем обробки поверхонь і режимах різання можуть бути введені в АС підготовки керуючих програм для пристроїв з ЧПУ; нормування технологічних операцій експрес-методом; розрахунку необхідної кількості інструменту з урахуванням основного часу обробки і періоду стійкості; класифікації деталей по конструктивно-технологічним ознаками; синтезу уніфікованих ТП обробки груп деталей і створення на цій основі САПР ТП ГПС і ін.

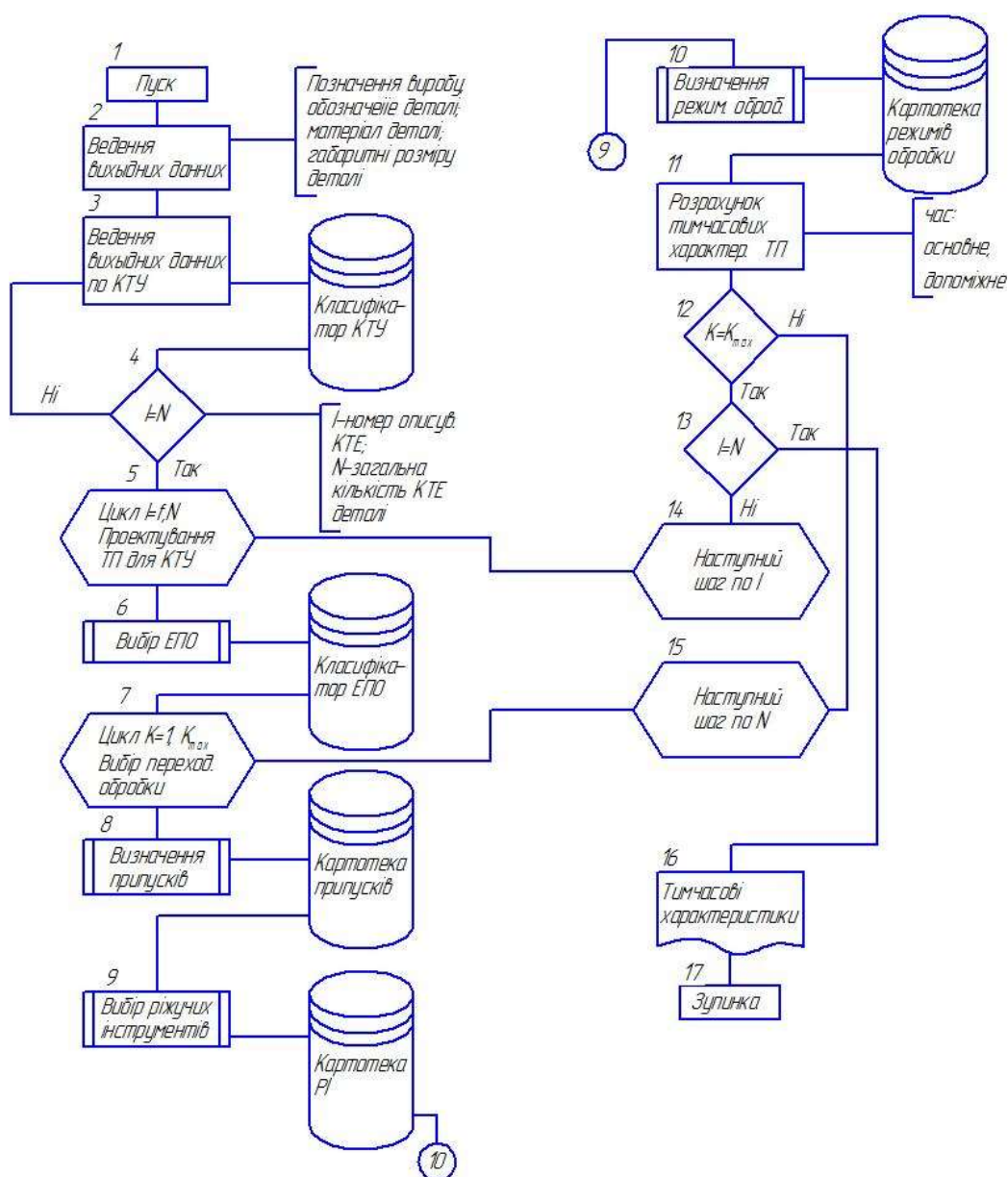


Рисунок 2.6 - Алгоритм роботи САПР «елементної технології»

Логічна схема роботи САПР елементної технології показана на рис. 2.7.

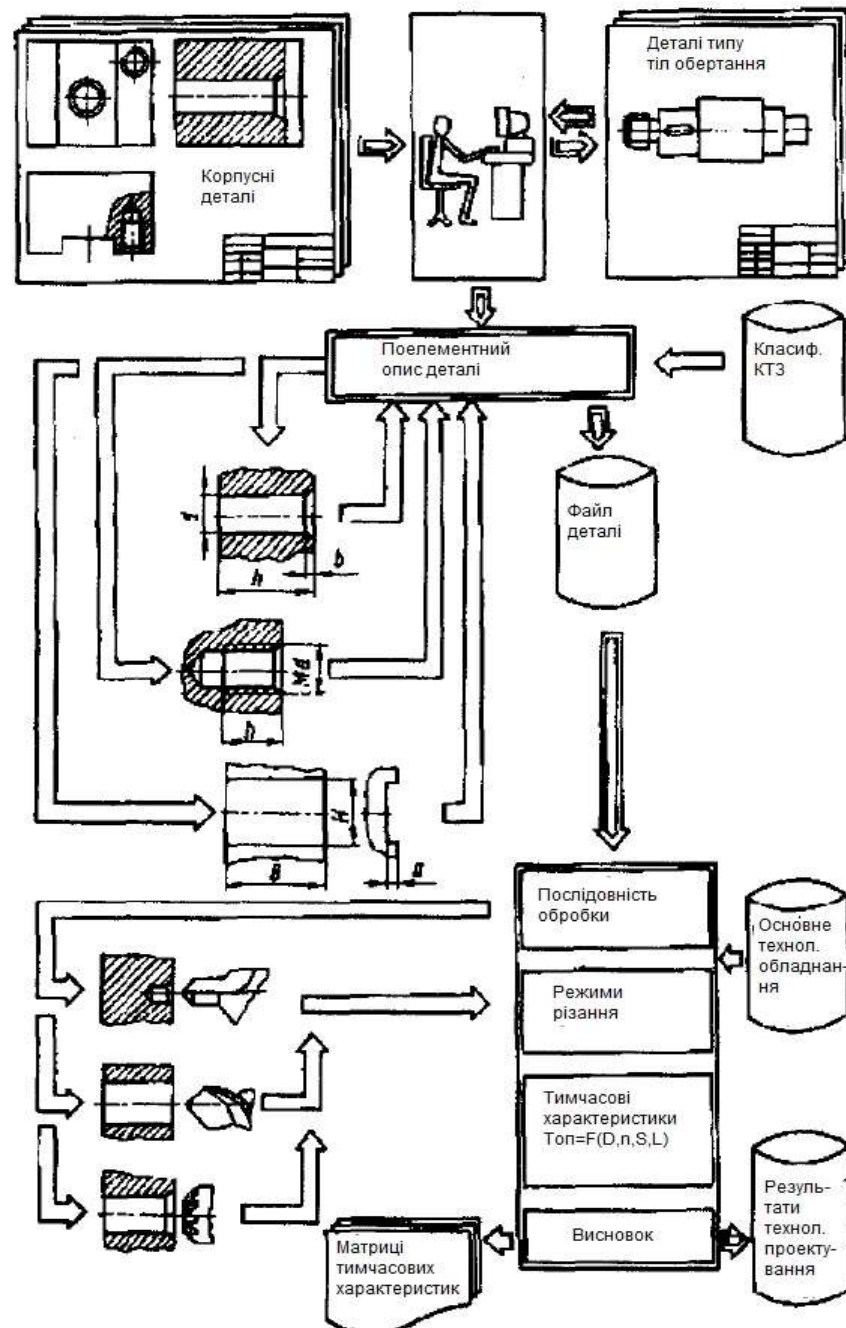


Рисунок 2.7 - Логічна схема роботи САПР "елементної" технології

2.2 Дослідження технологічних зв'язків між елементами поверхонь деталей та ріжучим інструментом.

Експлуатація ВС зазвичай передбачає використання близько 3 ... 5 тис. Інструментів. Це призводить до того, що інструменти в інструментальному складі обертаються лише один раз за 3-4 роки, що збільшує витрати на утримання інструменту і збільшення виробничих площ під його зберігання. В результаті знижується фондовіддача дорогого устаткування, виникають значні матеріальні і трудові втрати.

Рациональне використання інструменту в ВС багато в чому залежить від ступеня його уніфікації. Тому надзвичайно актуальною є проблема визначення оптимального складу системи інструментального забезпечення (СІЗ). На етапі технологічного проектування вирішуються такі завдання, пов'язані зі створенням раціональної структури інструментального господарства ВС: вибір номенклатурного складу ріжучого інструменту (РІ), визначення його кількісного складу, вибір номенклатурного складу допоміжного інструменту (ДІ), визначення його кількісного складу.

При проектуванні складу ріжучого і допоміжного інструменту визначають технологічну середу, представлену безліччю оброблюваних поверхонь $\{P\}$ і інструментів $\{I\}$. Відносини і взаємозв'язку між елементами цих множин дозволяють побудувати технологічні правила вибору (РІ і ДІ).

Відомо, що інструменти при обробці поверхонь використовуються в певному порядку, тобто, якщо інструмент застосовується перед інструментом in_c , то вони пов'язані відношенням слідування $in_c \rightarrow in_k$. Підмножина таких пар є підмножина декартова квадрата $\{I_1\}^2, \{I_1\}^2 \subset \{I\}^2$. Так як відношення слідування транзитивно, то має сенс розглядати підмножина $\{I_1\}^2 \subset \{I\}^2$; елементи цього підмножини - послідовності інструментів, для яких виконується відношення слідування.

В процесі проектування розглядають групу інструментів, що беруть участь в обробці на одній деталеустановці, операції, в одному переході.

Отже, такі інструменти пов'язані ставленням спільності (знак \leftrightarrow).

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Внаслідок того, що $\{I\} = \{IR\} \cup \{IW\}$ де $\{IR\}$ - безліч РІ і $\{IW\}$ безліч (ДІ), то спільність їх застосування розглядається і як взаємодія (знак \rightarrow), що означає, що зумовлює і зумовлюваний інструменти мають причинно-наслідковий зв'язок, тобто $\{IR_k\} \leftrightarrow \{IW_t\}, \{IR_k\} > - < \{IW_t\}$. Підмножина всіх таких пар (або $n - k$) позначають через $\{I_{11}\}^2 \subset \{I\}^2$ або $\{I_{11}\}^n \subset \{I\}^n$.

Досліджуючи взаємозв'язок між множинами $\{I\}$ і $\{P\}$, можна констатувати, що з усіх елементів $\{I_{11}\}^n \times \{P_{11}\}$, виділятися тільки ті, які мають відношення спільності. В результаті виходить підмножина $\{\pi\}$, яке розглядається в подальших дослідженнях.

Основою технологічного проектування СІО є **інформаційна модель**. Як приклад інформаційної моделі СІО можна розглянути обробку елементарної поверхні. Інформаційна модель тут визначається трьома етапами перетворень (рис.39). На першому етапі розглядаються будь-які пари інструментів $\{SI\}$:

$$\begin{aligned} \{SI\} = \{ & (ir_1, ir_1), (ir_1, ir_2), (ir_1, ir_3), (ir_1, ir_4), \\ & (ir_2, ir_1), (ir_2, ir_2), (ir_2, ir_3), (ir_2, ir_4), \\ & (ir_3, ir_1), (ir_3, ir_2), (ir_3, ir_3), (ir_3, ir_4), \\ & (ir_4, ir_1), (ir_4, ir_2), (ir_4, ir_3), (ir_4, ir_4) \}. \end{aligned}$$

На другому етапі розглядається істинний порядок елементів пар:

$$\{II\} \subset \{SI\}, de \{II\} = \{(ir_1, ir_2), (ir_2, ir_3), (ir_3, ir_4)\}$$

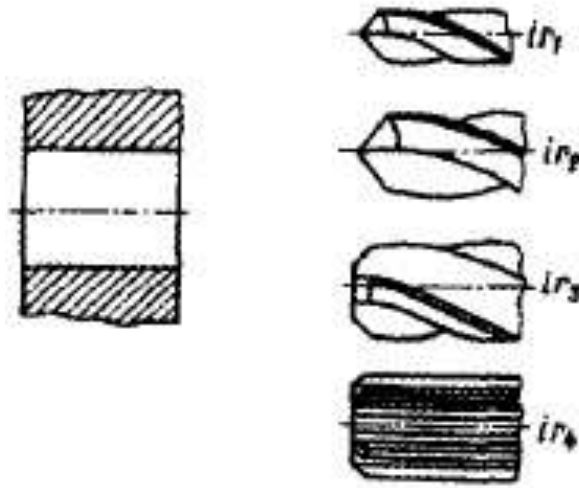


Рисунок 2.8 - Фрагмент інформаційної моделі системи інструментального забезпечення.

На третьому етапі інформаційних перетворень розглядається істинний порядок використання інструменту при обробці поверхні:

$$\{I'\} \subset \{I\}, de \{I'\} = \{(ir_1, ir_2), (ir_2, ir_3), (ir_3, ir_4)\}$$

Відносини між елементами множин описуються логічною моделлю, яка визначається в досліджуваній предметній області. З формальної моделі ВС (4) предметна область інструменту $\{I\} = \{in_1, in_2, ..., in_l\}$, яка і характеризує безліч РІ і ДІ. Її функціональне середовище можна виразити в наступному вигляді:

$$\{I\} = \{(IR_n / n = 1, N, IW_w / W = 1, W)\},$$

де IR_n - множина РІ, $n=1, N$, і приймає наступні значення:

$$IR_1 = \{ir_1^1, ir_2^1, ..., ir_{R1}^1\} - \text{безліч свердлів};$$

$$IR_2 = \{ir_1^2, ir_2^2, ..., ir_{R2}^2\} - \text{безліч чорнових зенкерів};$$

$$IR_3 = \{ir_1^3, ir_2^3, ..., ir_{R3}^3\} - \text{безліч чистових зенкерів};$$

$$IR_4 = \{ir_1^4, ir_2^4, ..., ir_{R4}^4\} - \text{безліч торцевих фрез для чистової і напівчистової}$$

обробки і так далі.;

IW_w - множина ДІ, $W=1, W$, і приймає наступні значення:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$IW_1 = \{iw_1^1, iw_2^1, ..., iw_{w_1}^1\}$ - безліч оправок для насадних торцевих фрез з поперечною шпонкою,

$IW_2 = \{iw_1^2, iw_2^2, ..., iw_{w_2}^2\}$ - безліч оправок для насадних циліндричних фрез з поздовжньою шпонкою,

$IW_3 = \{iw_1^3, iw_2^3, ..., iw_{w_3}^3\}$ - безліч оправок для насадних фрез з поздовжньою шпонкою,

$IW_4 = \{iw_1^4, iw_2^4, ..., iw_4^4\}$ - безліч перехідних втулок для кінцевих фрез і т.д.

У логічних моделях параметричне опис інструменту виражається через властивості інструменту. Логічна функція приналежності властивості до інструменту записується у вигляді одномісного предиката $I(S_I)$, де S_I безліч властивостей інструменту, що є предикатної змінної.

Безліч властивостей інструменту S_I можна розбити на дві підмножини: $S_I = S_I \cap S_I$, де S_I - безліч властивостей належать ПІ; S_I - безліч властивостей належать ДІ.

Таким чином, в залежності від інструменту приналежність властивостей інструменту запишеться поняттям предикатна властивість $IW(S_I)$, $IR(S_I)$. Основні властивості інструменту і його складових частин (ПІ і ДІ) представлені в табл. 2.1.

$$S_I = S_I^1 \cup S_I^2 \cup S_I^3$$

де:

$S_I^1 = \{S_I^{11}, S_I^{12}, S_I^{13}, S_I^{14}, S_I^{15}, S_I^{16}, ..., \}$ - безліч загальних властивостей;

$S_I^2 = \{S_I^{21}, S_I^{22}, S_I^{23}, S_I^{24}, S_I^{25}, S_I^{26}, ..., \}$ - безліч технологічних властивостей;

$S_I^3 = \{S_I^{31}, S_I^{32}, S_I^{33}, S_I^{34}, S_I^{35}, S_I^{36}, ..., \}$ - безліч планувально-організаційних властивостей.

Відповідно до (8 - 10), розглядаючи взаємозв'язок різних інструментів, легко встановити, що існують такі інструменти, використання яких можливе тільки спільно з іншими інструментами. Наприклад, використання ПІ "свердло" можливо з використанням ДІ "патрон" або цангову оправлення.

$$\forall_{IR_1} ir_k^1 \forall_{IW_{15}} iw_t^{15} \exists_{S_{I''}^{12}} \exists_{S_{I''}^{12}} \ni P\{(ir_k^1[S_{I''}^{12}] = iw_t^{15}[S_{I''}^{12}])\} \Rightarrow \\ \Rightarrow [ir_k^1 \leftrightarrow iw_t^{15}], \text{де } iw_t^{15} - \text{свердильний патрон, } iw_t^{15} \in IW_{15}$$

Крім того, можливість застосування РІ в свердильному патроні або цангову оправці показує існування між інструментами відносини еквівалентності

$$\forall_{IR_1} ir_k^1 \forall_{IW_{15}} iw_c^{15} \forall_{IW_{14}} iw_t^{14} \exists_{S_{I''}^{12}} \exists_{S_{I''}^{12}} \ni P\{(ir_k^1[S_{I''}^{12}] = iw_c^{15}[S_{I''}^{12}]) \wedge \\ \wedge (ir_k^1[S_{I''}^{12}] = iw_t^{14}[S_{I''}^{12}]) \wedge [ir_k^1 \leftrightarrow iw_t^{14}]\} \Rightarrow [iw_c^{15} = iw_t^{14}]$$

Відповідно до рівняння (11) взаємодія існує між різними об'єктами, отже, між РІ і ДІ або між різними типами ДІ.

$$\forall_{IR_1} ir_k^1 \forall_{IW_{15}} iw_t^{15} \exists_{S_{I''}^{12}} \exists_{S_{I''}^{12}} \ni P\{(ir_k^1[S_{I''}^{12}] = iw_e^{15}[S_{I''}^{12}]) \wedge \\ \wedge [ir_k^1 \leftrightarrow iw_t^{15}] \Rightarrow [ir_k^1 > - < iw_t^{15}]$$

Таблиця 2.1 - Перелік властивостей інструментів

	Основні властивості інструмента	Позначення імені властивості		
		Загальні	РІ	ДІ
		S_I	$S_{I'}$	$S_{I''}$
S_I^1	Вид інструмента	S_I^{11}	$S_{I'}^{11}$	$S_{I''}^{11}$
	Габаритні розміри	S_I^{12}	$S_{I'}^{12}$	$S_{I''}^{12}$
	Маса	S_I^{13}	$S_{I'}^{13}$	$S_{I''}^{13}$
	Точність	S_I^{14}	$S_{I'}^{14}$	$S_{I''}^{14}$
	Шорсткість	S_I^{15}	$S_{I'}^{15}$	$S_{I''}^{15}$
	Метод з'єднання	S_I^{16}	$S_{I'}^{16}$	$S_{I''}^{16}$
			
S_I^2	Метод обробки	S_I^{21}	$S_{I'}^{21}$	$S_{I''}^{21}$
	Стійкість	S_I^{22}	$S_{I'}^{22}$	$S_{I''}^{22}$
	Форма заточки	S_I^{23}	$S_{I'}^{23}$	$S_{I''}^{23}$
	Форма зносу ріжучої частини	S_I^{24}	$S_{I'}^{24}$	$S_{I''}^{24}$
			
S_I^3	Номенклатурний склад	S_I^{31}	$S_{I'}^{31}$	$S_{I''}^{31}$
	Кількісний склад	S_I^{32}	$S_{I'}^{32}$	$S_{I''}^{32}$
	Час на складання-розбирання	S_I^{33}	$S_{I'}^{33}$	$S_{I''}^{33}$
	Кількість переточувань (граней)	S_I^{34}	$S_{I'}^{34}$	$S_{I''}^{34}$
	Вартість інструмента	S_I^{35}	$S_{I'}^{35}$	$S_{I''}^{35}$
	Вартість заточки	S_I^{36}	$S_{I'}^{36}$	$S_{I''}^{36}$
			

Поверхні найвищої якості обробляють на останніх етапах обробки, чорнова обробка передує чистової обробки, а це в свою чергу передбачає використання одного інструмента на чорновий і одного інструмента на чистової обробках. Для формалізації даного міркування вводиться поняття "характеристика властивості".

Згідно ГОСТ 3.1702-79 "Правила запису операцій і переходів. Обробка різанням." (п. 10), в зміст операції (переходу) має бути включено ключове слово, що характеризує метод обробки, виражене дієсловом у формі наприклад, "точити", "свердлити", "фрезерувати" і т.д.

Для використання поняття характеристики в логічних формулах введемо знак " $\xrightarrow{\alpha}$ ", де α - змінна величина і замінюється тією буквою, яка є характеристикою будь-якого властивості, об'єкта, наприклад, технологічний перехід π . В даному випадку технологічний перехід є характеристикою методу обробки. Використовуючи дане правило, розглянемо умова проходження для інструментів, яке можна записати у вигляді такої логічної формули:

$$\begin{aligned} & \exists P_i \exists_{IR} ir_k^{n1} \exists_{IR} ir_m^{n2} \exists_{N''} \pi_q^i \exists_{N''} \pi_{q'}^i \exists_{S_r} S_r^{21} \exists_{S_r} S_r^{15} \ni P \{ [P_i = \pi_q^i \wedge \pi_{q'}^i] \wedge \\ & \wedge (\pi_q^i \xrightarrow{\pi} ir_k^{n1} (S_r^{21})) \wedge (\pi_{q'}^i \xrightarrow{\pi} ir_k^{n2} (S_r^{21})) \wedge [ir_k^{n1} (S_r^{15}) < ir_k^{n2} (S_r^{15})] \} \Rightarrow \\ & \Rightarrow [ir_k^{n1} - < ir_k^{n2}] \end{aligned}$$

У табл. 2.2 показані відносини існують між інструментами, що входять в безліч {I}.

Таблица 2.2. Відносини між інструментами, що входять в безліч {I}.

Позначення інструмента	IR	IW
IR	$\equiv, \leftrightarrow, \rightarrow, \leftarrow$	\rightarrow, \leftarrow
IW	\rightarrow, \leftarrow	$\equiv, \leftrightarrow, \rightarrow, \leftarrow$

Примітка. У таблиці прийняті позначення:

\equiv - відношення еквівалентності справедливо для інструментів подібного типу; \leftrightarrow - відношення спільності справедливо при використанні

комбінованого і багатолезового інструменту; \rightarrow - відношення слідування справедливо в випадку розгляду ріжучого інструменту у взаємозв'язку з технологічним процесом; \rightarrow - відношення взаємодії справедливо для ріжучого і допоміжного інструменту як однойменних, так і різнойменних типів.

Формалізована методика визначення складу ріжучого і допоміжного інструменту.

Для реалізації теоретичних положень методології синтезу ВС необхідно сформувати набір приватних технологічних умов, які дозволяють визначати інструмент для обробки поверхонь групи деталей.

Нижче розглядаються умови вибору РІ для поверхонь типу отвір. Обробка отворів передбачає безліч технологічних переходів π'_1 (табл. 2.3), які можна представити в наступному вигляді:

$$\pi'_1 = \{\pi_{11}, \pi_{12}, \pi_{21}, \pi_{22}, \pi_{31}, \pi_{32}, \pi_{33}, \pi_{41}, \pi_{42}, \pi_{51}, \pi_{61}, \pi_{62}, \pi_{71}\}$$

$$\text{де } \pi'_1 \subseteq \pi_1$$

Послідовність технологічних переходів при обробці отворів залежить від розміру, точності, шорсткості поверхні, допустимих відхилень і відносного положення осей отворів, стану заготовки.

Технологічна умова 1. Якщо обробка елементарної поверхні містить один технологічний перехід або технологічні характеристики π_q^i переходу не впливають на визначення розмірних параметрів РІ на π_e^i переході, то геометричні параметри РІ відповідають геометричним параметрам оброблюваної елементарної поверхні, тобто.

$$\forall P_i \exists ir_k^n \exists \pi_1^i \exists S_1 \exists S_2 \exists S_3 \exists S_4 \exists S_5 \ni P\{[P_i(S_1)/[S_1] = d_{oms}] \wedge$$

$$\wedge [P_i(S_2)/[S_2] = l_{oms}] \wedge [ir_k^n(S_4)/[S_4] = D_l] \wedge [ir_k^n(S_5)/[S_5] = l_{PI}] \wedge$$

$$\wedge \left(\left(\bigwedge_L \pi_1^i \right) = [l' = N'] \vee [l' = IR] \right) \wedge (\pi_1^i \xrightarrow{\pi} ir_k^n(S_3)) \wedge (l_{PI} > l_{oms}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [(P_i > - < ir_k^n) \wedge (D_i = d_{oms})]$$

де $l_{отв}$ і $d_{отв}$ - довжина і діаметр оброблюваного отвору; l_{PI} і d_{PI} - довжина ріжучої частини і діаметр інструментів; $S_1, S_2 \in S_p^5$; $S_4, S_5 \in S_{p'}^{12}$; $S_3 \in S_{p'}^{21}$.

За технологічною умовою 1 можна виділити підмножина РІ, основний

						Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

параметр (діаметр інструмента) якого визначається однозначно.

На малюнку 2.9 показаний граф G взаємозв'язок РІ по відношенню проходження. Вершини графа G являють собою безліч елементів РІ застосовуваного при обробці отворів: 1-свердла; 2,3 - зенкера для чорнової і чистової обробок; 4,5 чорновий і напівчистової розточувальні різці; 6-чистової розточний різець; 7-чорнова розгортка; 8- чистова розгортка; 9-дискова тристороння фреза; 9-мітчик.

Таблиця 2.3. Перелік технологічних переходів (фрагмент)

Вид обробки	Технологічні переходи	Позначення імені переходу
Свердли	Свердління	π_{11}
	Розсвердлювання	π_{12}
Зенкувати	Чорнове зенкування	π_{21}
	Чистове зенкування	π_{22}
	Чорнове розточування	π_{31}
Розточувати	Напівчистове розточування	π_{32}
	Чистове розточування	π_{33}
Розгорнути	Чорнове розгортання	π_{41}
	Чистове розгортання	π_{42}
Центрувати	Центрування	π_{51}
Зенкувати	Циліндричне зенкування	π_{61}
	Конічне зенкування	π_{62}
Нарізати	Нарізання різьби	π_{71}
.....
Фрезерувати	Чорнове фрезерування торцевою фрезою	π_{101}
	Чистове фрезерування торцевою фрезою	π_{102}
	Чорнове фрезерування кінцевою фрезою	π_{111}
Фрезерувати	Чистове фрезерування чорнове кінцевою фрезою	π_{112}
	Фрезерування кінцевою фрезою	π_{121}

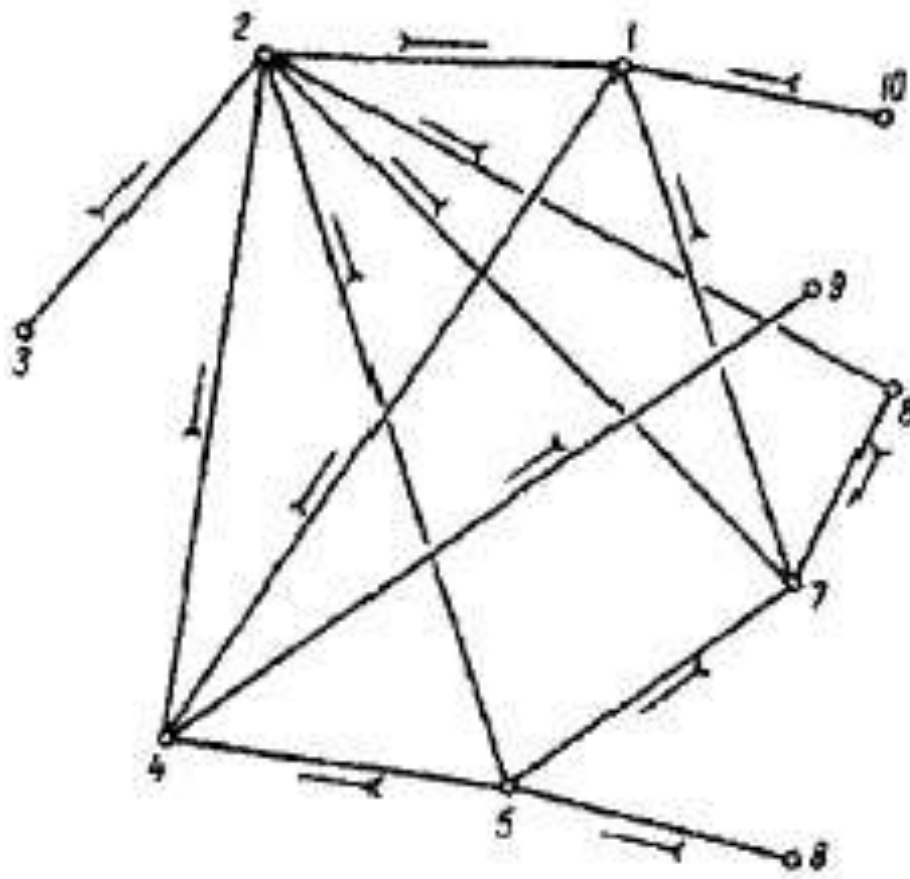


Рисунок 2.9 - Граф взаємозв'язку ріжучого інструменту по відношенню проходження.

Технологічна умова 2. Якщо при обробці отвору використовуються РІ, між якими існує відношення слідування і вони не задовольняють технологічному умові 1, то діаметр інструмента використовуваного на π_q^i переході зумовлює діаметр інструмента використовуваного на π_q^i переході:

$$\forall ir_k^n \exists ir_c^{n1} \exists S1 \exists S2 \ni P \left\{ (ir_c^n(S1) / [S1 = D_0]) \wedge \right. \\ \left. \wedge (ir_c^{n1}(S2) / [S2 = D_0]) \wedge (ir_c^n - < ir_c^{n1}) \right\} \Rightarrow [D_0 = D_0 2t] \quad (105)$$

де D_0 і D_0 - діаметри інструментів використовуваних на π_q^i і переходах;
 t - мінімально допустимий припуск, що знімається інструментом на π_q^i перехід:
 $S1, S2 \in S_I^5$.

В цьому випадку відбувається однозначне визначення діаметрів інструментів. Однак технологічні можливості РІ дозволяють працювати з

$$\pi_{(1-1)}^i \rightarrow INT_{\pi_{(1-1)}^i} = \begin{cases} D_{\max}^{\pi_{(1-1)}^i} = D_1 - 2t^{\pi_{(1-1)}^i} \\ D_{\min}^{\pi_{(1-1)}^i} = D_1 - 2t^{\pi_{(1-1)}^i} \end{cases}$$

$$\pi_{(1-2)}^i \rightarrow INT_{\pi_{(1-2)}^i} = \begin{cases} D_{\max}^{\pi_{(1-2)}^i} = D_{\max}^{\pi_{(1-1)}^i} - 2t^{\pi_{(1-1)}^i} \\ D_{\min}^{\pi_{(1-2)}^i} = D_{\min}^{\pi_{(1-1)}^i} - 2t^{\pi_{(1-1)}^i} \end{cases}$$

$$\pi_1^i \rightarrow INT_1^i = \begin{cases} D_{\max}^{\pi_1^i} = D_{\max}^{\pi_2^i} - 2t^{\pi_1^i} \\ D_{\min}^{\pi_1^i} = D_{\min}^{\pi_2^i} - 2t^{\pi_1^i} \end{cases}$$

Для оцінки отриманого безлічі інструментів, відповідні технологічного умові 2, нижче наведено безліч залежностей виду $Pi_{\pi_j^i} \times STR_{\pi_j^i}$: для свердління - $Pi_{\pi_{11}^i} \times STR_{\pi_{11}^i} / \pi_{11}^i$, розсвердлювання - $Pi_{\pi_{12}^i} \times STR_{\pi_{12}^i} / \pi_{12}^i$, чорнового зенкерування - $Pi_{\pi_{24}^i} \times STR_{\pi_{24}^i} / \pi_{24}^i$ і т.д. де $STR_{\pi_j^i}$ - стандартний ряд розмірів діаметрів інструментів використовуваних на 1 – ом переході.

Якісними оцінками залежностей $Pi_{\pi_j^i} \times STR_{\pi_j^i}$ служать обраний діаметр інструмента і відповідне йому час обробки. Послідовний аналіз результатів кожного з 1' відносин $Pi_{\pi_j^i} \times STR_{\pi_j^i}$, може показати, що для обробки P_q і P_k поверхонь, прийнятні розміри PI в інтервалах $INT\pi_j^q$ і $INT\pi_j^k$ до, значення яких перетинаються. Отже, для різних поверхонь, можливо визначення загальних інтервалів розмірів інструментів, в яких обраний параметр

						Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інструменту буде задовольняти умовам обробки аналізованих поверхонь.

Технологічна умова 3. Якщо для обробки P_q і P_k поверхонь існують інтервали $INT1$ і $INT2$, для яких $INT3 = INT1 \cap INT2$, то параметри PI для обробки P_q і P_k поверхонь вибирають з інтервалу $INT3$ за такими правилами: максимальне покриття інтервалом розмірів даного PI розмірів PI , використовуваних для обробки інших поверхонь; за однакової кількості кількості покриваються інтервалом розмірів PI інтервалів PI , відповідних інших поверхонь, вибирається варіант з мінімальним сумарним часом обробки, тобто.

$$\begin{aligned} & \exists P_1 \exists P_2 \exists P_3 \exists ir_1 \exists ir_2 \exists ir_3 \exists S_1 \exists S_2 \exists S_3 \exists S_4 \exists S_5 \exists S_6 \exists S_7 \bullet \\ & \exists P \left[\left[\left((P_1 \leftrightarrow ir_1) \wedge \left(ir_1(S_1) / [S_1 = D_1] \rightarrow \tau_1 \right) \right) \wedge \left(ir_1(S_2) / [S_2 = D_2] \rightarrow \tau_2 \right) \wedge \right. \right. \\ & \left. \wedge \left(ir_1(S_3) / [S_3 = D_3] \rightarrow \tau_3 \right) \wedge \left(ir_1(S_4) / [S_4 = D_4] \rightarrow \tau_4 \right) \Rightarrow \right. \\ & \left. \Rightarrow INT_1 \right] \wedge \left[\left((P_2 \leftrightarrow ir_2) \wedge \left(ir_2(S_5) / [S_5 = D_5] \rightarrow \tau_{31} \right) \wedge \right. \right. \\ & \left. \wedge \left(ir_2(S_6) / [S_6 = D_6] \rightarrow \tau_{42} \right) \Rightarrow INT_2 \right] \wedge \left[(P_3 \leftrightarrow ir_3) \wedge \right. \\ & \left. \wedge \left(ir_3(S_5) / [S_5 = D_5] \rightarrow \tau_{51} \right) \wedge \left(ir_3(S_6) / [S_6 = D_6] \rightarrow \tau_{61} \right) \wedge \right. \\ & \left. \wedge \left(ir_3(S_7) / [S_7 = D_7] \rightarrow \tau_7 \right) \Rightarrow INT_3 \wedge [(ir_1 \equiv ir_2) \rightarrow \right. \\ & \left. \rightarrow (INT_4 = INT_1 \cap INT_2 / D_3, D_4) \right] \wedge [(ir_2 \equiv ir_3) \Rightarrow \\ & (INT_5 = INT_2 \cap INT_3 / D_5, D_6, D_7)] \wedge [(\Sigma \tau_3 + \Sigma \tau_4) < (\Sigma \tau_5 + \Sigma \tau_6)] \Rightarrow \\ & \Rightarrow [(INT_1 = INT_4) \wedge (INT_2 = INT_4)] \wedge [INT_3 = INT_5], \end{aligned} \quad (107)$$

де τ – характеристика часу обробки; $D_1 \dots D_7$ – діаметри інструментів; $S_1 \dots S_7 \in S_{I'}^{12}$.

На малюнку 2.10 показаний приклад об'єднання інструментів в групи по технологічному умові 3. Виконання технологічних умов 1,2,3 дозволяє остаточно сформувати відносини $PI_{\pi_j^i} \times STR_{\pi_j^i}$, дані по яких заносяться в Я]. Щ. відповідні файли технологічних переходів, пов'язаних з обробкою отворів.

						Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

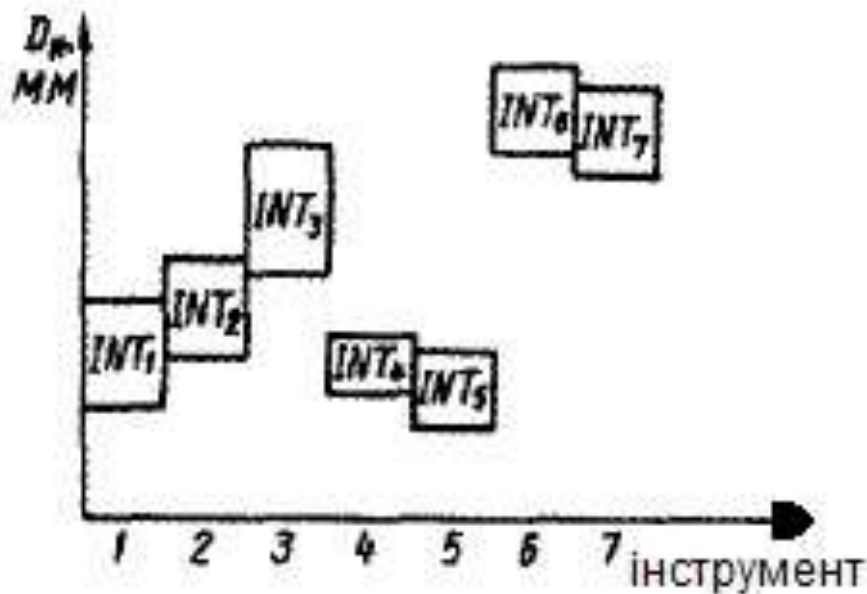


Рисунок 2.10 - Приклад об'єднання інструментів в групи.

Безліч варіантів перетинів інтервалів розмірів інструментів формується таким чином:

$$\{IP\} = \{ip_1 / INT_1, INT_2, ip_2 / INT_1, INT_4, ip_3 / INT_1, INT_5, ip_4 / INT_1, INT_3, ip_5 / INT_1, INT_2, INT_3, ip_6 / INT_1, INT_4, INT_5, ip_7 / INT_1, INT_2, INT_4, ip_8 / INT_1, INT_2, INT_5, ip_9 / INT_1, INT_2, INT_4, INT_5, ip_{10} / INT_2, INT_3, ip_{11} / INT_3, INT_6, ip_{12} / INT_3, INT_7, ip_{13} / INT_3, INT_6, INT_7, ip_{14} / INT_7, INT_6, ip_{15} / INT_2, INT_4, ip_{16} / INT_2, INT_5, ip_{17} / INT_4, INT_5\}.$$

За технологічною умовою 3 вибираються прийнятні варіанти

$$ip_9 / INT_1, INT_2, INT_4, INT_5 \text{ і } ip_{13} / INT_3, INT_6, INT_7.$$

Далі розглянемо специфіку вибору РІ для іншого класу оброблюваних поверхонь, що об'єднує елементарні поверхні типу площині. Основним РІ при обробці поверхонь типу площині є торцеві, кінцеві, рідше спеціальні (фасонні, кутові, дискові та ін.) фрези.

Технологічне застосування торцевих і кінцевих фрез по-різному і відповідно різні підходи вирішення завдання формування номенклатурного складу РІ для відповідних їм технологічних переходів, де використовується цей інструмент.

Для обробки площини будь-якого розміру можливе застосування торцевої фрези будь-якого діаметру з стандартного ряду розмірів діаметрів торцевих фрез $STR_{\pi 10}$. Однак, застосування різних за діаметром фрез буде характеризуватися різним часом обробки, і варіантом обходу фрезою оброблюваної площини.

Логічне відношення між параметрами торцевої фрези, розмірами оброблюваної поверхні і варіантом обходу площини інструментом має наступний вигляд:

$$\begin{aligned} & \forall_{P_i \in IR} \exists_{ir_k^n \in VR} \exists_{V_{r_r} \in S_p} \exists_{S1 \in S_p} \exists_{S2 \in S_p} \exists_{S3 \in S_{I'}} P_i(S1) / [S1 = B_{la}] \wedge \\ & \wedge (P_i(S2) / [S2 = L_{la}]) \wedge (ir_k^n(S3) / [S3 = D_{01}]) \wedge (P_i \leftrightarrow ir_k^n) \wedge \\ & \wedge (([B_{la} \leq 0.8D_{01}] \Rightarrow V_{r_3}) \vee ([B_{la} \leq 1.6D_{01}] \vee (B_{la} \leq 0.8D_{01}) \Rightarrow \\ & \Rightarrow V_{r_2}) \vee ([B_{la} >> D_{01}] \Rightarrow V_{r_3}) \vee ([B_{la} \leq 0.65D_{01}] \Rightarrow V_{r_4}) \vee \\ & \vee ([B_{la} < 0.1D_{01}] \Rightarrow V_{r_5})) \} \end{aligned}$$

де $B_{об}$, $L_{об}$ - ширина і довжина оброблюваної поверхні; $D_{01} \in STR_{\pi 10}$ - діаметр інструмента; $S1, S2 \in S_0^5$, $S3 \in S_{I'}^{12}$.

Технологічна умова 4. З безлічі варіантів обходу $\{VR\}$ торцевої фрезою діаметром $D_{01} \in STR_{\pi 10}$ вибирається варіант $r, r \in \{VR\}$, що дає мінімальний час обробки. Цільова функція має такий вигляд:

$$F(\tau) \{D_{01}, z, B_{ia}, L_{ia}, VR, V, S_z, z\} \rightarrow \min(\tau)$$

де z - число зубів фрези діаметром $D_{ін}$; V , S_z , t - відповідно, швидкість різання, подача на зуб і глибина різання.

Виконання технологічної умови 4 дозволяє отримати відносини $Pi_{\pi_{101}} \times STR_{\pi_{101}}^i$ і $Pi_{\pi_{102}} \times STR_{\pi_{102}}^i$ відповідно для чорнових і чистових торцевих фрез. Одержані дані заносяться до відповідних файли даних по використанню торцевих фрез.

Окремий клас оброблюваних поверхонь становлять площині, для обробки яких використовуються кінцеві фрези, що дозволяють обробляти поверхні паралельно осі інструменту, а також взаємопов'язані з конструкції площині, одна з яких паралельна осі інструменту, а інша - перпендикулярна їй.

						Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вони діляться на внутрішні і зовнішні.

Технологічна умова 5. При обробці зовнішньої площині, довжина ріжучої частини кінцевої фрези повинна бути більше максимальної висоти оброблюваної площини. Виконання цієї умови дозволяє виділити підмножина $\{IRK\} \subseteq \{IR\}$ інструментів, застосування яких еквівалентно:

$$\begin{aligned} & \forall P_i \exists_{IR} ir_k^n \exists_{IR} ir_c^{n1} \exists_{IR} ir_t^{n2} \exists_{S_1} S_1 \exists_{S_2} S_2 \exists_{S_3} S_3 \exists_{S_4} S_4 \ni \\ & \ni P \left\{ \left(P_i(S_4) / [S_4 = HW] \wedge (ir_k^n(S_1) / [S_1 = l_{oe}^1]) \wedge \right. \right. \\ & \wedge (l_{oe}^1 > HW) \wedge (P_i \leftrightarrow ir_k^n) \wedge (ir_c^{n1}(S_2) / [S_2 = l_{oe}^2]) \wedge \\ & \wedge (l_{oe}^2 > HW) \wedge (P_i \leftrightarrow ir_c^{n1}) \wedge (ir_t^{n2}(S_3) / [S_3 = l_{oe}^3]) \wedge \\ & \wedge (l_{oe}^3 > HW) \wedge (P_i \leftrightarrow ir_t^{n2}) \left. \right\} \Rightarrow [(ir_k^n \equiv ir_c^{n1}) \vee \\ & \vee (ir_k^n \equiv ir_t^{n2}) \vee (ir_c^{n1} \equiv ir_t^{n2}) \vee (ir_k^n \equiv ir_c^{n1} \equiv ir_t^{n2})], \end{aligned}$$

де $S_1, S_2, S_3 \in S_{12}, S_4 \in S_p, HW$ - глибина оброблюваного паза, контуру, уступу; $l_{oe}^1, l_{oe}^2, l_{oe}^3$ - довжина ріжучої частини кінцевих фрез відповідно $ir_k^n, ir_c^{n1}, ir_t^{n2}$.

Технологічна умова 6. Якщо при обробці внутрішньої поверхні дотримується технологічної умови 5, то максимальне значення радіуса фрези повинен бути менше або дорівнює мінімальному радіусу кривизни внутрішніх ділянок площині, тобто.

$$D_{ei} \leq (2R_{ai \min} - \Delta), D_{ei} \in STR_{\pi_{11}}$$

де D_{in} - діаметр фрези; $R_{in \min}$ - мінімальний радіус кривизни внутрішніх ділянок оброблюваної площини; Δ - похибка, пов'язана з пружними деформаціями фрези; $STR_{\pi_{11}}$ - стандартний ряд розмірів діаметрів застосовуваних кінцевих фрез.

Виконання цієї умови дозволяє виділити підмножина кінцевих фрез $\{PK\} \subseteq \{IR\}$, застосування яких для обробки заданої площині еквівалентно.

Виконання технологічних умов 5 і 6 дозволяє отримати відносини $Pi_{\pi_{111}} \times STR_{\pi_{111}}$ і $Pi_{\pi_{112}} \times STR_{\pi_{112}}$ відповідно для чорнових і чистових кінцевих фрез.

						Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дані по обробці площин і застосовуваним параметрам кінцевих фрез заносяться до відповідних файли.

В результаті проведеного аналізу вибору номенклатури РІ для обробки групи деталей $\{D_r\}$ виявлено, що з безлічі поверхонь $\{P\}$, що належать $\{D_r\}$, виділяється підмножина $\{P'\} \subseteq \{P\}$, для яких рішення задачі вибору номенклатури РІ неоднозначно. Це пов'язано з тим, що для будь-якої поверхні можливе використання не одного, а декількох відмінних по діаметру РІ, параметри яких задовольняють технологічним умовам обробки поверхні.

Остаточне рішення задачі по вибору номенклатурного складу РІ для безлічі $\{P'\}$ можливо у взаємній зв'язку з рішенням завдання визначення кількісного складу РІ. Підставою для такого підходу є те, що властивістю будь-якого інструменту є його стійкість, а вона є одним з показників, що впливає на розрахунок необхідної кількості РІ.

Потреба ВС в ріжучому інструменті розраховується для кожного типорозміру інструменту. Розрахунок кількості РІ здійснюється за формулою

$$N_{in} = \frac{T_I k_v k_H}{T_n' k_{n'}},$$

де T_I - сумарне основний час роботи інструментом за розрахунковий період або трудомісткість обробки інструментом даного типу або типорозміру за розрахунковий період експлуатації; T - стійкість інструменту з урахуванням ймовірнісної природи зносу інструменту і розкиду стійкості; n' - число переточувань РІ або число граней ріжучих пластин; $k_{n'}$ - коефіцієнт використання ріжучих крайок; k_v - коефіцієнт що враховує випадковий вихід інструменту або спад; k_H - коефіцієнт що враховує неповне використання інструменту (зняття при переналагоджуванні і заміні).

Величина: $T = T_{cp} (1 - k_p V),$

де T_{cp} - прийнята економічна середня стійкість інструменту даного типорозміру; V - коефіцієнт варіації; k_p - квантиль нормального розподілу.

За наведеними вище формулами розраховується кількість РІ, використовуваного для обробки поверхонь, для яких однозначно визначено

						Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

діаметр РІ.

Для підмножини оброблюваних поверхонь $\{P\}$ остаточний вибір номенклатури РІ здійснюється за цільовою функції F_o , яка об'єднує якісні, кількісні та часові характеристики:

$$F_o(W_1 w_1 N_{in} + W_2 w_2 T_I + W_3 w_3 K_I) \rightarrow \min$$

де W_1, W_2, W_3 - коефіцієнти, що враховують одиницю виміру відповідно сумарної кількості РІ, часу обробки, номенклатури РІ; w_1, w_2, w_3 - змінні, що враховують ступінь значущості кожного критерію в залежності від конкретної ситуації при проектуванні; K_I - кількість РІ по номенклатурі.

При застосуванні не піддаються математичному опису знань про конкретну виробничу систему для опису ступеня значимості критеріїв використовують поняття лінгвістичної змінної. Лінгвістичної змінної називається змінна, значенням якої є слова або пропозиції природної мови. Більш того ці змінні описуються набором (XX, T (XX), FF, GG, WW), де XX - назва цієї змінної; T (XX) - терм-множина XX, тобто сукупність її лінгвістичних значень;

FF - універсальна множина; GG - семантичне правило, породжує терм-множина; WW - семантичне правило, яке кожному лінгвістичному значенню XX ставить у відповідність його сенс WW (XX) і позначає нечітке підмножина безлічі VV.

Так, змінні можуть мати такі назви: XX1 - "значимість номенклатури інструментів"; XX2 - "значимість часу обробки"; XX3 - "значимість сумарного числа РІ". Терм-безлічі для них можуть виглядати наступним чином: T(XX) = (дуже важливо, важливо, більш-менш важливо, ..., що не дуже важливо, не має значення).

При прийнятті лінгвістичної змінної цих значень змінні W_1, W_2, W_3 приймають відповідні значення з інтервалу $[0,1]$, тобто $W_n = 1; 0,9; 0,8; \dots; 0,2; 0,1; 0$.

Технолог, аналізуючи виробничу ситуацію, вибирає лінгвістичні значення змінних з їх терм-множин, а в функцію при цьому підставляються

						Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідні значення коефіцієнтів W_1, W_2, W_3 . Використання даної цільової функції на безлічі відносин дозволяє остаточно вибрати номенклатурний і кількісний склад РІ, використовуваного в ВС.

Допоміжний інструмент є складовою частиною технологічної оснастки обробного обладнання. Найбільш ефективний для використання в ВС є ВІ блочно-модульної конструкції. Складовими елементами ВІ є державки, перехідники, оправлення. На підставі даних про оброблювану поверхню і застосовуваного РІ, що має певні приєднувальні поверхні, можна вибрати комбінацію поєднання ВІ. Вимоги, що пред'являються до ВІ, діляться на технологічні і планово організаційні. До технологічних вимог належать: точність, жорсткість і вібростійкість, до планово організаційним - вимоги, що становлять основні два завдання, які вирішуються на стадії проектування: мінімум номенклатурного і кількісного складів по кожному виду ДІ.

Залежно від використання верстатного обладнання розрізняють системи допоміжного інструменту для верстатів токарної групи і верстатів свердлильно-фрезерно-розточний групи. Кожна з систем має широкі можливостями в застосуванні різноманітних інструментів, що мають різні приєднувальні поверхні. Умовно безліч ДІ окремої системи можна розділити на три групи: однорозмірних - РІ одного розміру, одного або декількох типів:

- багаторозмірний - РІ одного типу, декількох послідовно розташованих розмірів;
- багатотіпоразмерний - РІ різних типів, кількох послідовно розташованих розмірів.

Раніше була визначена предметна область ДІ - $\{IW_w\}$, де $w=1, W$, а в таблиці 14 дані основні його властивості. Область існування відносин між інструментами предметної області $\{IW_w\}$ можна розглядати за допомогою логічного аналізу технологічних законів, правил і тверджень. У математичному описі технологічних тверджень використовуються основні логічні залежності, отримані раніше, - еквівалентність, спільність, проходження і взаємодії.

Як було зазначено вище, але предмети сумісні, якщо

						Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовуються на одному і тому ж етапі обробки. Наприклад, є оброблювана поверхня (отвір для гвинта), яка за своїми властивостями вимагає використання відповідного інструменту (мітчики). Для останнього відповідно з його властивостями потрібен спеціальний патрон різьбонарізний з конусом Морзе. Якщо визначено вид верстата, то відомо його властивість, а саме розмір приєднувальних поверхні в шпинделі для ВІ. Так, для верстатів свердлильно-фрезерно-розточний групи основний приєднувальних поверхнею є конус 7:24. Отже, для з'єднання інструменту з шпинделем верстата необхідна перехідна втулка, наприклад, втулка перехідна з конусом Морзе з лапкою. В даному прикладі явно виражені відносини спільності, проходження і взаємодії між різними ДІ.

Загальний вигляд формули для двох предметів матиме вид:

$$\begin{aligned} & \forall_{P_i} \exists_{a_x} \exists_{ir_k^n} \exists_{iw_t^m} \exists_{iw_c^{m1}} \exists_{S1} \exists_{S4} \exists_{S5} \exists_{S6} \exists_{S7} \exists_{S8} \exists \\ & \exists P \{ (P_i \leftrightarrow ir_k^n) \wedge (a_x \leftrightarrow ir_k^n) \wedge [(ir_k^n(S4) = iw_t^m(S5)) \Rightarrow \\ & \Rightarrow (ir_k^n \leftrightarrow iw_t^m)] \wedge [(iw_t^m(S6) = iw_c^{m1}(S7)) \wedge (iw_t^m(S7) = a_x(S1))] \}; \\ & [(iw_t^m - < iw_c^{m1}) \wedge (iw_t^m \leftrightarrow iw_c^{m1}) \wedge (iw_t^m > - < iw_c^{m1})], \\ & de S1 \in S_x^5; S4 \in S_{I'}^{12}; (S5, S6, S7, S8) \in S_{I''}^{12}. \end{aligned}$$

Поєднання ВІ один з іншим утворює безліч комбінацій {KW}. При цьому, для кріплення одного РІ можливо мати кілька альтернативних варіантів комбінацій $\{Kw^u\} \subseteq \{KW\}$, які задовольняють умовам обробки поверхні. Це підтверджує існування відносини еквівалентності між ДІ:

$$\begin{aligned} & \forall_{ir_k^n} \exists_{iw_t^m} \exists_{iw_c^{m1}} \exists_{S1} \exists_{S2} \exists_{S3} \exists_{S4} \exists P \{ (ir_k^n \leftrightarrow iw_t^m) \wedge \\ & \wedge (ir_k^n \leftrightarrow iw_c^{m1}) \wedge (iw_t^m(S1) = iw_c^{m1}(S3)) \wedge (iw_t^m(S2) \neq iw_c^{m1}(S4)) \} \Rightarrow \\ & \Rightarrow [iw_t^m = iw_c^{m1}] \\ & de S1, S2, S3, S4 \in S_{I''}^{12}. \end{aligned}$$

Таким чином, при визначенні необхідного Д для {IR} обраних інструментів, на першому етапі визначається відповідне підмножини {KW}, які

						Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

включають різноманітний ДІ, тому маємо відношення $\{IR\} \times \{KW\}$.

Технологічна умова 7. При виборі варіанту поєднань ВІ $\{KW\}$, розміри приєднувальних поверхонь ДІ повинні бути рівні або бути більше розмірів приєднувальних поверхонь РІ, тобто.

$$\begin{aligned} & \forall_{IR} i r_k^n \exists_{IW} i w_t^m \exists_{S_1} S_1 \exists_{S_2} S_2 \dots \exists_{S_s} S_s \exists_{S'_1} S'_1 \exists_{S'_2} S'_2 \dots \exists_{S'_f} S'_f \ni \\ & \ni P \left\{ \left(i r_k^n (S_1) = i w_t^m (S'_1) \right) \wedge \left(i r_k^n (S_2) = i w_t^m (S'_2) \right) \wedge \dots \wedge \right. \\ & \wedge \dots \wedge \left. \left(i r_k^n (S'_s) = i w_t^m (S'_f) \right) \right\} \Rightarrow \left[\left(i r_k^n \text{ --- } i w_t^m \right) \wedge \right. \\ & \left. \left(i r_k^n \leftrightarrow i w_t^m \right) \wedge \left(i r_k^n \text{ --- } < \right) \right], \\ & \text{де } S_1, S_2, \dots, S_s \in S_{I'}^{12}; S'_1, S'_2, \dots, S'_f \in S_{I'}^{12}. \end{aligned}$$

Для визначення якісного складу ДІ розглянемо ставлення до $kw^u \times lw_w$, яке можна представити у вигляді матриці, яка визначає, який з ДІ безлічі $\{IW\}$ входить в комбінацію kw^u при обробці Рі поверхні. Матриця будується за правилом:

$$kw^u \times IW_w = \begin{cases} 1' - \text{якщо } w\text{-й інструмент використовувати в} \\ \text{комбінації } kw^u \text{ (величина } 1' \text{ дорівнює добутку} \\ \text{кількості оброблюваних поверхонь } (P_i(PP_i) \text{ в} \\ \text{деталі } d_i \text{ на програму } (PRO_j), \text{ і т.д.} \\ I' = nP_i \times PRO_j; \\ 0 - \text{в протилежному випадку.} \end{cases}$$

Для визначення істинної номенклатури ДІ кожного типу, проводиться послідовне скорочення матриці за таким правилом. Виключаємо з матриці стовпець із значенням $\max \Sigma \Sigma 1'$ і рядки даного стовпчика по $1'=0$, а також викреслюють відповідні викресленим рядках стовпці, де $1'=0$. Так як для обробки Р1 поверхні можливо використовувати і комбінацій поєднань ДІ, то не використовувані комбінації виключаємо по рядках.

В отриманій скороченою матриці виробляють перерахунок $\Sigma \Sigma 1'$. Процедуру повторюють до тих пір, поки не будуть виключені всі елементи матриці. Таким чином, з безлічі $\{IW\}$ виділяють необхідне підмножина

$\{IW'\} \subseteq (IW)$. Необхідність використання даного підходу визначається розв'язуваною завданням мінімізації номенклатурного складу ДІ.

Загальна кількість одно- і малорозмірних ДІ для зенкерів, центровок, кінцевих і торцевих фрез розраховується за формулою :

$$N_{IW_w} = K_3 \times K_H \times C$$

Для решти малорозмірних допоміжного інструменту

$$N_{IW_w} = K_3 \times K_H \times n''$$

Для багато типоразмерного допоміжного інструменту

$$N_{IW_w} = K_3 \times K_H \times \left(C \times \sum_{i=1}^{m'} n_i'' \right)$$

де K_H - коефіцієнт, що враховує комплектність інструменту з урахуванням попереднього налаштування; K_3 - коефіцієнт запасу, що враховує поломки і ремонт інструменту; n'' - кількість розмірів РІ, закріпленого у ДІ одного розміру; C - кількість типів РІ, що закріплюється в ДІ даного типорозміру; m' - кількість типів РІ.

Архітектура моделі, яка визначає номенклатуру і кількість інструменту, має блочно-ієрархічну структуру. Розчленування моделі на рівні обумовлено складністю розглянутої задачі. Робота моделі будуватися на основі використання методу "критичних ситуацій", що виникають в ВС, і являє собою асинхронний алгоритм, що дозволяє відтворити події протягом тривалого періоду часу.

Стохастичність окремих параметрів технологічного процесу (структура трудомісткості обробки всієї номенклатури деталей за операціями, маршрути обробки, запуск деталей в обробку і ін.) Може забезпечуватися в моделі введенням генератора псевдовипадкових чисел, що реалізує різні закони розподілу. Важливим елементом є організація запуску деталей в обробку, яка безпосередньо впливає на використання інструменту й визначає його кількісний склад. Приймається, що партії запуску деталей надходять на обробку відповідно до експоненціальним розподілом часу (потік Пуассона) з інтенсивністю, яка дорівнює сумі інтенсивностей надходжень по кожній деталі.

						Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середній час між черговими запусками партій для завдання вхідного потоку.

$$T_{\text{вх}} = T_{\text{пл}} / \sum_{j=1}^{D_r} S_{\text{ПЗ}_j} k_{\text{ПЗ}_j}$$

де $T_{\text{пл}}$ - період планування (дійсний фонд часу роботи обладнання, год); $S_{\text{ПЗ}}$ - розмір партії запуску деталей j -го найменування; $k_{\text{ПЗ}_j}$ - кількість партій запуску деталей j -го найменування на плановому періоді.

Ідентифікація надійшла деталі проводиться випадковим чином з ймовірністю, яка дорівнює відносній частоті її запуску (надходження), яка, в свою чергу, визначається виходячи з об'ємно-календарних планів як відношення

$$(S_{\text{ПЗ}_j} k_{\text{ПЗ}_j}) / \left(\sum_{j=1}^{D_r} S_{\text{ПЗ}_j} k_{\text{ПЗ}_j} \right).$$

Модель включає додаткові процедури, що враховують специфіку роботи РІ: введення умов зміни зношеного інструменту, вибір способу заміни його в інструментальних магазинах, призначення тактового часу заміни інструменту.

Час, пов'язане з обслуговуванням РІ на планований тактовий період,

$$t_{\text{ин}} = \sum_{in=1}^I (\sum t_{\text{см}} + t_{\text{зам}})$$

де $t_{\text{см}}$ - час на планову заміну РІ, пов'язаного з технологічним процесом обробки; $t_{\text{зам}}$ - час, пов'язане із заміною інструменту.

Таким чином, за допомогою імітаційної моделі оцінюється ефективність використання ріжучого і допоміжного інструменту. Критерієм оцінки при порівнянні варіантів СІО є мінімум витрат, пов'язаних з інструментом,

$$F(C_{\text{РІ}} + C_{\text{ДІ}} + C_{\text{ВО}} + C_{\text{ОО}} + C_{\text{ПЕ}}) \rightarrow \min$$

де $C_{\text{РІ}}$, $C_{\text{ДІ}}$, $C_{\text{ВО}}$, $C_{\text{ОО}}$, $C_{\text{ПЕ}}$ - вартість відповідно РІ, ДІ, допоміжного обладнання для обслуговування інструменту, використання основного обладнання, переналагодження інструмента.

Укрупнена блок-схема алгоритму вибору ріжучого і допоміжного

						Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інструменту, реалізованого в підсистемі проектування інструментального забезпечення ВС, представлена на малюнку 2.11.

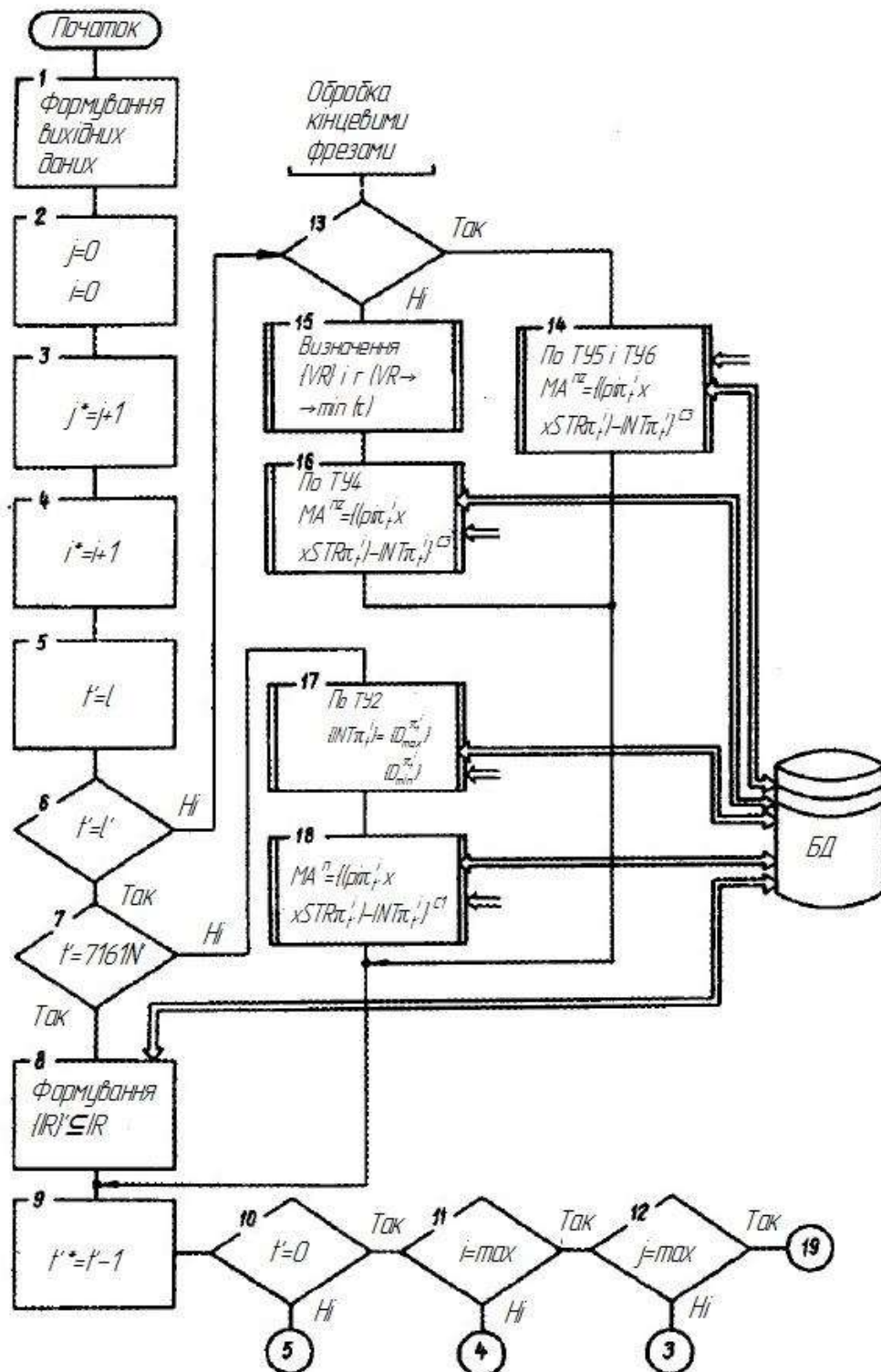


Рисунок 2.11 - Блок-схема алгоритму вибору ріжучого і допоміжного інструменту.

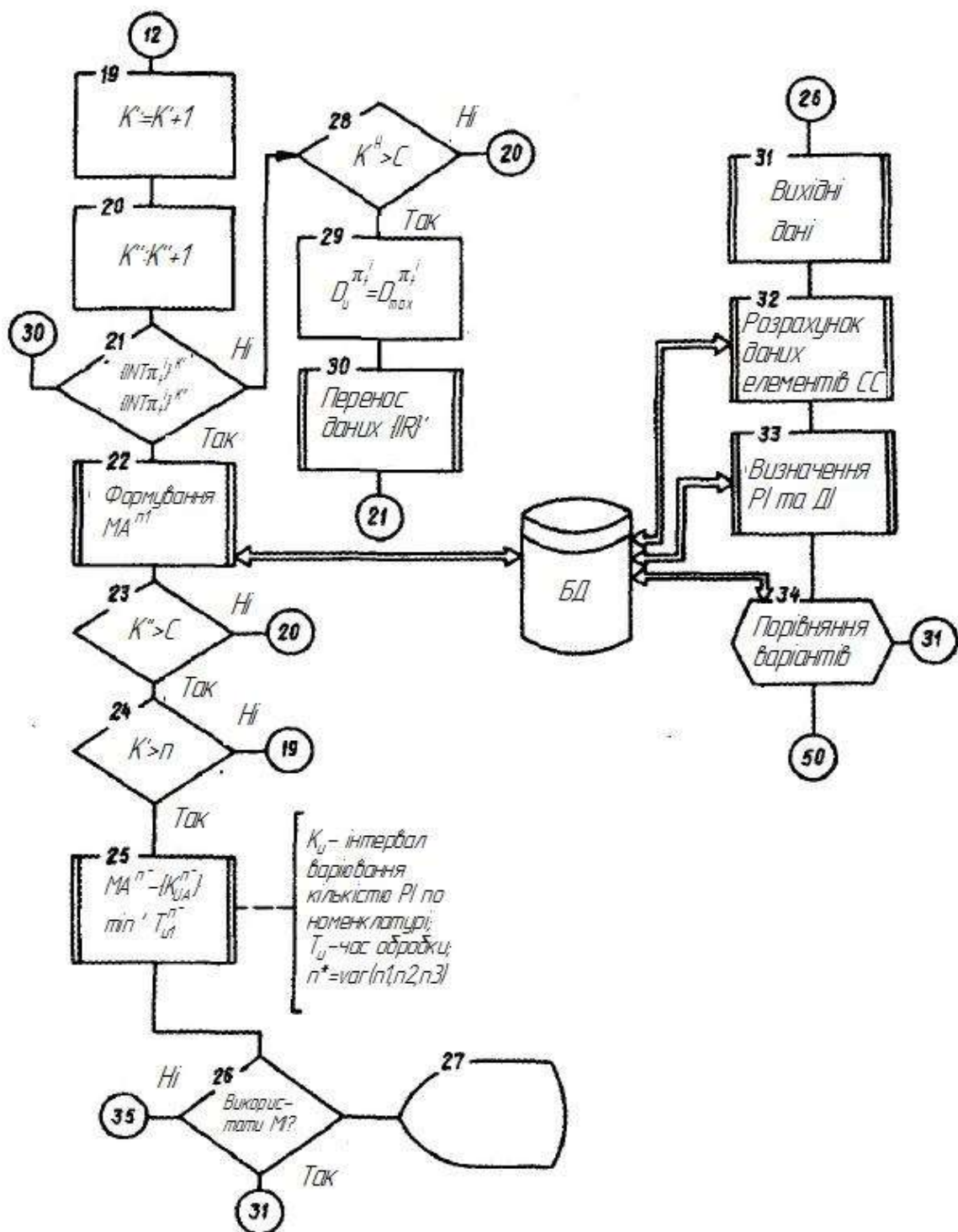


Рисунок 2.11- Продовження

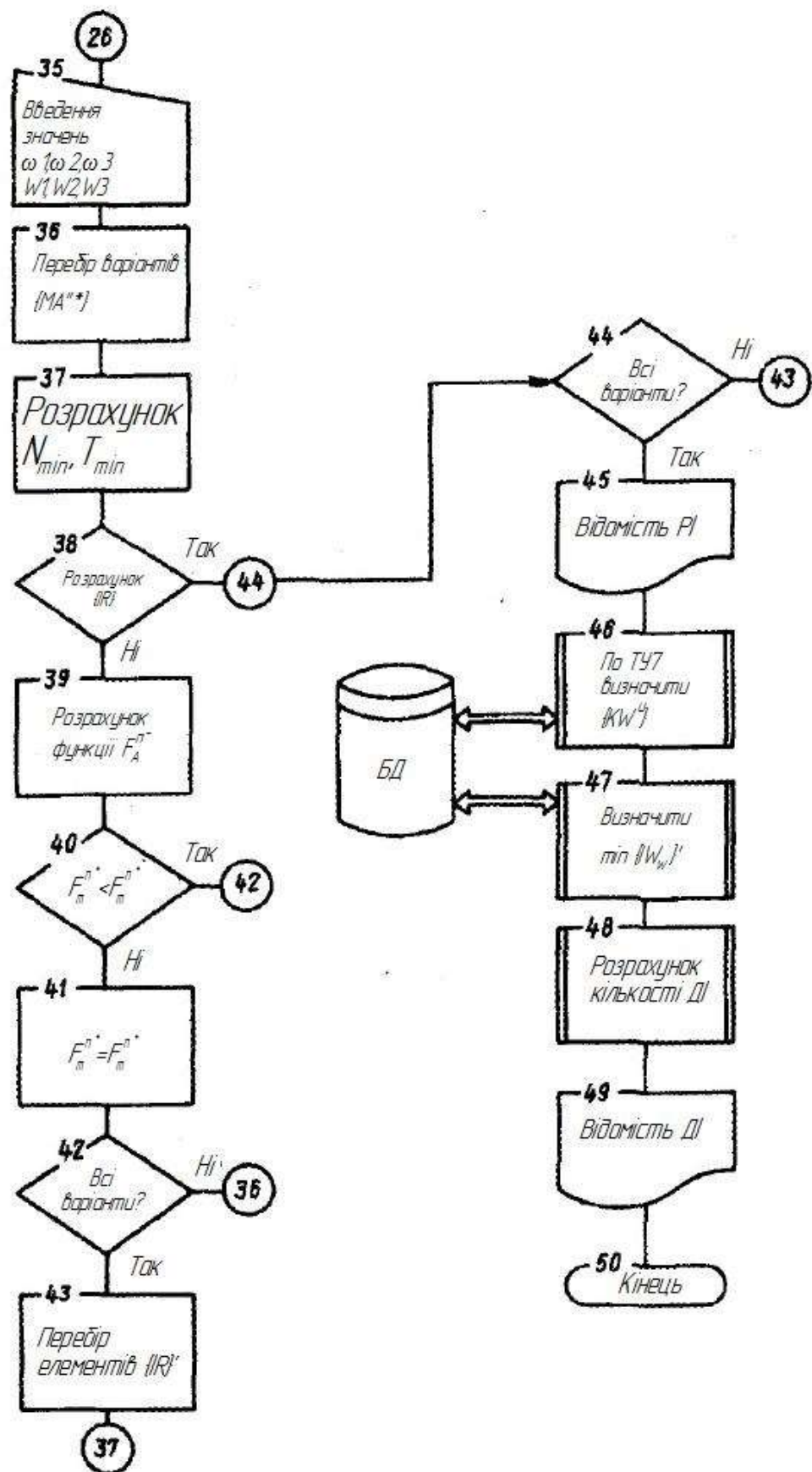


Рисунок 2.11- Продовження

2.3 Вибір номенклатурного складу ріжучого інструменту.

Ділянка інструментальної підготовки автоматизованого виробництва включає в себе, як правило, дві секції [11]: секцію збірки і настройки інструменту і секцію обслуговування інструментом робочих місць (зустрічається визначення як інструментально-роздавальна комора (ІРК)).

Секція збірки і настройки інструментів призначена для збирання та налаштування комплектів інструментів, а також передачі налаштованого інструментів в секцію обслуговування інструментами робочих місць (ІРК).

Секція обслуговування інструментами призначена для своєчасного забезпечення виробничих ділянок налаштованого інструментами відповідно до виробничої програмою. До складу секції входять:

- ділянку зберігання і комплектації інструментів;
- ділянку доставки інструменту до робочих місць;
- ділянку розбірки відпрацьованого інструменту.

Решта функцій системи інструменто забезпечення, такі як відновлення (заточка) інструменту, ремонт допоміжного оснащення і ін., входять в завдання служб централізованого інструментального складу (ЦІС).

Розрахунок і побудова ділянок інструментального забезпечення проводиться виходячи з потрібного числа оборотного фонду інструментів виробничих ділянок по виконанню виробничої програми цехом.

2.4 Визначення кількісного складу ріжучого інструменту із врахуванням показників його стійкості.

Автоматична зміна інструменту в умовах ГАП може здійснюватися двома способами: повною заміною магазинів інструментів на верстатах при переході з обробки однієї деталі на іншу і заміною окремих інструментів в магазині з центрального складу-накопичувача.

Другий спосіб є кращим, тому що дозволяє комплектувати магазин інструментами при переході на обробку деталей без зупинки і простоїв

						Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

верстата. Контроль за виробленням періоду стійкості здійснює ЕОМ, що дещо ускладнює логіку програмного забезпечення системи управління ГПС в порівнянні з повною заміною магазину інструментів.

На стадії технічної пропозиції необхідно провести розрахунки по визначенню основних параметрів транспорту інструмента - характеристику центрального магазину інструментів (складу), число і функції рухливих транспортних механізмів.

Визначення характеристики центрального магазину інструментів.

Як правило, склад інструментів в ГАП розташовується над верстатами. Основний розрахунковою характеристикою центрального магазину інструментів є його місткість, яка визначається числом інструменту, необхідного для обробки заданого числа деталеустановок, і розмірами ГПС.

Склад інструментів виконують одноярусні, як правило, двоярусні.

На стадії технічної пропозиції сумарне число інструментів, необхідне для обробки всієї номенклатури деталеустановок протягом місяця, розраховується за формулою [1]:

$$K_{in} = K_I + K_{\partial}, \quad (2.1)$$

де K_I - число інструментів для обробки всієї номенклатури деталеустановок, шт.;

K_{∂} - число дублерів інструменту для обробки місячної програми деталеустановок, шт.

$$K_I = \frac{K_{наим} t_{об}}{t_{ин}}, \quad (2.2)$$

де $K_{наим}$ - число найменувань деталеустановок, шт.;

$t_{об}$ - середній час обробки деталі одного найменування, хв;

$t_{ин}$ - середній час роботи одного інструмента, хв.

						Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_d = n_d K_{\text{наим}}, \quad (2.3)$$

де n_d - середнє число дублерів на одну деталеустановку, шт.

Дублери необхідні для інструментів з малим періодом стійкості (мітчики, розгортки і т.п.).

Їх число можна приймати $n_d = 2$ на кожен деталеустановку.

Визначивши число необхідних інструментів на комплексі K_{in} , можна розрахувати розміри стелажа інструментів. при двухрядному розташуванні стелажа (рис. 2.10) довжина складу $L_{ск}$.

$$L_{ск} = \frac{K_{ин} t_g}{2},$$

де t_g - крок розташування інструментальних гнізд, мм.

При розрахунках значення t_g можна приймати рівним: $t_g = 126$ мм.

Визначення числа рухомих транспортних механізмів центрального складу.

До числа рухомих транспортних механізмів складу інструментів відносяться інструментальні підйомні касети K_1, K_2 (див. рис. 2.11), службовці для виведення зі складу затупленого інструменту і накопичення його новими інструментальними налагодженнями з відділення підготовки інструментів.

Розрахункової характеристикою касет є число гнізд під інструмент, який необхідно доставити за один підйом касети.

Продуктивність, яку повинна забезпечити касета (шт. / год), розраховують за формулою [1]:

$$K_{\text{кас}} = \frac{K_{ин} m}{\Phi_k}, \quad (2.4)$$

де $K_{ин}$ - число інструментів, необхідних для обробки всієї номенклатури деталей, що розраховується за формулою (2.1), шт. ;

m - коефіцієнт, що враховує партійність деталей;

						Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Φ_k - місячний фонд роботи, ч.

Для розрахунків можна приймати $m = 1,5$ за умови, що з-за забезпечення ритмічності роботи складального цеху механічну обробку деталей на ГПС слід вести півмісячних партіями: $\Phi_k = 305$ ч. Число гнізд в рухомих касетах, як правило, не перевищує шести.

Розрахунок величини оборотного фонду інструментів.

При побудові системи інструментозабезпечення автоматизованих виробничих ділянок за основу прийнята система централізованого забезпечення технологічного обладнання комплектами заздалегідь налаштованих інструментів відповідно до виробничої програмою випуску, а також виконання всіх вищевказаних функцій системи інструментозабезпечення.

Номенклатуру ріжучого інструменту встановлюють виходячи з розроблених технологічних процесів виготовлення виробів, а їх кількість визначають наступним чином.

Мінімальну величину оборотного фонду ріжучого інструменту H_ϕ кожного типорозміру визначають за формулою [11]:

$$H_\phi = I_1 + I_2 + I_3, \quad (2.5)$$

де I_1 - число комплектів інструменту на робочому місці, шт. ;

I_2 - число комплектів на відновлення та налаштування, шт. ;

I_3 - страховий запас в системі інструментозабезпечення, шт.

У страховому запасі найбільшу кількість становить інструмент з малою стійкістю (мітчики, розгортки і т.д.).

Мінімальний оборотний фонд визначають за нормативами в залежності від числа замін за зміну і одночасно робота інструментів.

Для роботизованого виробництва мінімальний оборотний фонд може бути визначений за табл. 2.3 [11].

Максимальний обертовий фонд інструменту $H = H_\phi + H_n$, (2.6)

де H_n - норма витрати інструменту за вибраний термін часу, шт.

						Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оборотний фонд допоміжного інструменту встановлюють з розрахунку два комплекти в секції обслуговування, два комплекту налаштованого інструменту на кожен верстат.

У поточному виробництві беруть декадну норму витрати інструменту (на 10 днів), яку визначають по «Точної» програмою випуску на підставі технологічних процесів, розроблених для виробів всіх найменувань.

З загального часу технологічного процесу виявляють час формоутворення кожним типорозміром інструменту і виділяють декадну норму витрати наступним чином:

$$H_n = T_{c.ф} / T_{\partial}, \quad (2.7)$$

де $T_{c.ф}$ - сумарний час формоутворення даними типорозміром інструменту всіх деталей за декаду, ч;

T_{∂} - дійсний час служби даного типорозміру інструменту

(з урахуванням всіх можливих повторних заточок), ч.

Тривалість (год) роботи повторної заточки визначають в наступному порядку: розподілом довжини робочої частини інструменту L (мм) на величину допустимого сточування l (мм) робочої частини.

Компоновка автоматичної системи інструментального забезпечення.

Проведені розрахунки є підставою для пропозиції на стадії проектної розробки раціональної схеми компоновки системи інструментального забезпечення ГПС. Як приклад розглянемо схему компоновки АСІО, наведену на рис. 2.10.

Центральний магазин інструментів прямолінійного типу розташований над комплексом верстатів і складається з двох ліній ІЦ-1 і ІЦ-2 інструментальних гнізд. Дві касети K_1 і K_2 , місткістю по шість гнізд кожна, подають інструмент в центральний магазин і удаляють з нього непотрібний інструмент.

						Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подачу інструменту на верстати і висновок з нього непотрібного або зношеного виробляє один робот-автооператор АІ-1, що знаходиться між верстатами і першою лінією ІЦ-1 центрального магазину інструментів.

Обмін інструменту між двома лініями ІЦ-1 і ІЦ-2 центрального магазину інструментів здійснює другий робот автооператор АІ-2.

Розвантаження і завантаження касет, а також установку інструменту в гніздо з кодовою пристроєм Д виробляє третій робот автооператор АІ-3.

Роботи-автооператори АІ-2 і АІ-3 зв'язуються між собою, щоб уникнути зіткнення через передавальний зону ЗП.

При виході з ладу одного з роботів інший приймає на себе обидві функції по введенню-висновку інструменту в комплекс і їх обміну між лініями накопичувача.

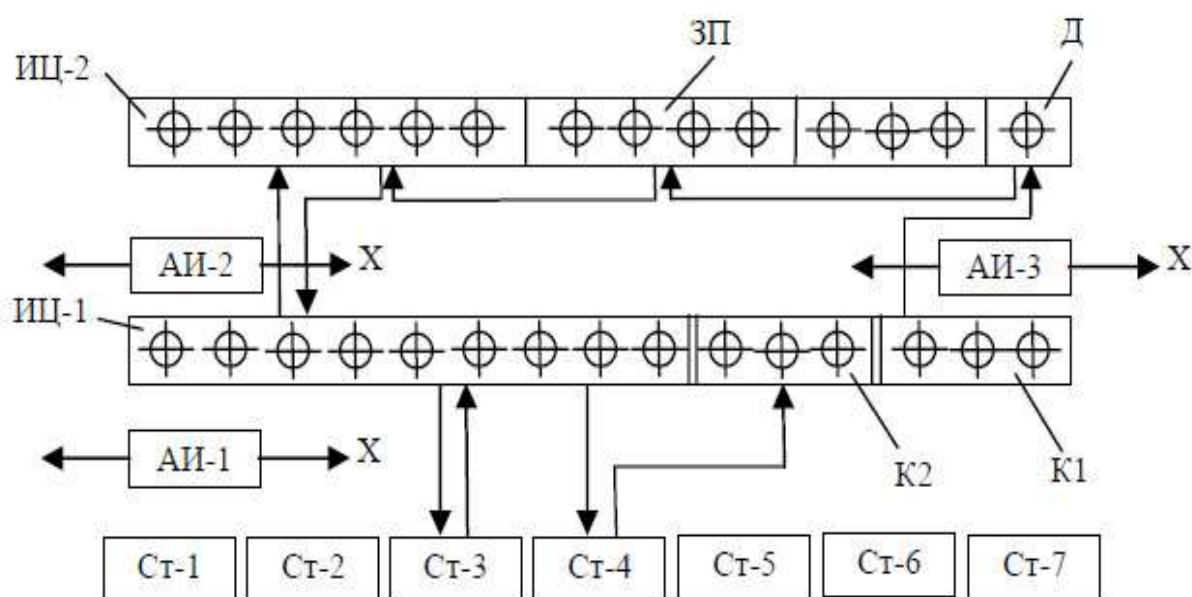


Рисунок 2.10 - Схема компонування АСІО ДПС корпусних деталей, прийнята для розробки:

ІЦ-1, ІЦ-2 - лінії накопичувача центрального магазину інструментів;
 АІ-1 - робот-автооператор з боку верстатного комплексу СТ-1 - СТ-7;
 АІ-2, АІ-3 - роботи-автооператори між лініями накопичувача;
 ЗП - перехідна зона роботів АІ-2 і АІ-3; Д - інструментальне гніздо з кодовою пристроєм; К1, К2 - підйомні касети інструментів

Автоматизована система інструментального 'забезпечення (АСІО) істотно впливає на технологічні можливості і ефективність функціонування ГБС. Матеріальні потоки ППС в основному складається мул потоків деталей, інструменту, оснащення та відходів виробництва.

Зміна параметрів потоку інструментів призводить до відповідних змін параметрів потоків деталей до інформації, які безпосередньо позначаються на ТП і показниках ефективності функціонування ГПС. Організація потоків інструментів впливає на структуру технологічних операцій, маршрут деталі, можливість функціонування верстатів в режимі взаємозамінності або взаємодії, перерозподіл технологічних функцій між верстатами при виході з ладу деяких з них.

На потік інструментів на етапах його формування і реалізації покладаються цілком певні функції:

- 1) формування масиву інструментів необхідної номенклатури для обробки заданої сукупності заготовок;
- 2) формування групових магазин-комплектів інструментів для обробки заданої групи заготовок з планованої сукупності без переналагодження верстата;
- 3) комплектація магазин-комплектів інструментів на складі, вимір розмірів інструментів за допомогою приладів настройки, транспортування магазин-комплектів інструментів для верстатів і їх зміна-при переході до обробки нової партії заготовок, контроль правильності розміщення інструментів в гніздах магазинів;
- 4) статистичний облік ресурсу стійкості інструментів і заміна інструменту, ресурс стійкості якого вичерпаний, інструментом-дублером;

контроль стану інструментів і визначення їх придатності для подальшого використання;

						Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) автоматична зміна інструменту в шпинделі верстата за першої вимоги відповідно до ТП обробки заготовки, транспортування відпрацьованих інструментів від верстата на склад і розміщення його в ячейках складу, облік інструментів, які перебувають на складі, а також обмін інструментами між верстатами в процесі їх функціонування, раціональне розміщення інструментів в гніздах магазину, оптимізація параметрів потоків інструментів і ін.

Системі інструментального забезпечення надає безпосередній вплив на формування технологічних можливостей верстатів, і наприклад, ємність магазину верстата і склад розміщуваних в ньому інструментів впливають на число установок, необхідних для повної обробки заготовки, і на технологічний маршрут. Наявність на верстаті пристосування для зміни інструментів дозволить оперативно змінювати його технологічні можливості, забезпечуючи високий рівень гнучкості операційної технології. Автоматична зміна інструментів в шпинделі дає можливість швидко переходити до обробки нової партії нашими. Цими ж засобами можна оперативно перерозподіляти технологічні можливості верстатів відповідно до виробничої необхідності.

Ухвалення структурно-компонувальні рішення АСІО впливають на вибір конфігурації ГПС і її ТЕП. Способи формування, реалізації та керування, показники інструментів відображаються на поточних матеріальних затратах і продуктивності технологічної системи. Рівень автоматизації потоку інструментів як динамічного процесу визначає численність технічного персоналу, що обслуговує АСІО, тобто ступінь реалізації принципу безлюдній технології.

Параметри реалізованих в ГПС потоків інструментів і деталей знаходяться в тісному взаємозв'язку. Так, зміна номенклатури оброблених

деталей викликає відповідайте зміна номенклатури та кількості використаних інструментів, впливає на ступінь однорідності типів

						Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інструментів магазино-комплектів, ємність магазину інструментів і число встановив деталі, необхідних для її повної обробки. Підвищення ступеня конструктивно-технологічної однорідності оброблюваних деталей веде до зменшення номенклатури інструментів, що розміщені в магазинах верстатів. У цих умовах при відсутності можливості оперативного обміну інструментами між верстатами в процесі їх функціонування відбувається звуження номенклатури використовуваних інструментів для обробки партії деталей при одночасному збільшенні числа інструментів кожної номенклатури. Зміна складу інструментів впливає на параметри потоку інструментів і ТП ДПС в цілому. Ступінь цього впливу та висить від структури АСІО. Структури потоків ціляться на автономні, централізовані і комбіновані.

В умовах автономних потоків інструментів ДПС забезпечені індивідуальними магазинами інструментів. Технологічні можливості кожного верстата визначаються номенклатурою і числом інструментів в його магазині, ступенем повноти обробки деталі за один установ, числом встановивши деталі, необхідних для її повної обробки, широтою охоплення оперативно змінюваних технологічних переходів, рівнем надмірності і коефіцієнтом використання інструментів. При автономних потоках інструментів відсутні об'єктивні причини, що породжують чергу верстатів, які очікують обслуговування виставляються ним заявок до пристроїв автоматичної зміни інструментів в шпинделі.

В результаті простої верстата, що викликаються очікуванням зміни інструментів, зводяться до мінімуму, оскільки зміна інструменту займає лише кілька секунд. Зі збільшенням ємності магазину розширюються оперативні технологічні можливості верстата. При цьому зростають простої верстатів при переході до обробки нової партії деталей, викликані необхідністю зміни складу інструментів, знижуються коефіцієнт використання інструментів і продуктивність, підвищується собівартість.

Гнучкість операційної технології кожного верстата обумовлена ємністю магазину і номенклатурою його інструментів. При використанні

						Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

групових інструментальних налагоджень оперативну зміну технологічних можливостей верстата рояльна в межах типорозмірів розміщується в магазині комплекту інструментів.

Наявність групових магазино-комплектів інструментів суттєво впливає на організацію маршрутної технології, реалізованої в ГПС. Можна виділити наступні варіанти співвідношення складу інструментів в магазині-комплектах верстатів і технологічних потреб оброблюваних деталей.

1. Магазино-комплекти всіх верстатів однакові. Верстати в цьому випадку функціонують в режимі взаємозамінності. При відповідній ємності магазину число встановивши, необхідних для повної обробки, мінімально. При такій організації потоку номенклатура використовуваних інструментів звужується. Відсутність можливості обміну інструментів між верстатами в процесі їх функціонування зменшує коефіцієнт використання інструменту. При виході з ладу будь-якого верстата, інші продовжують працювати.

Так само в силу рівності технологічних можливостей відмова будь-якого верстата не викликає необхідності переналадок справних верстатів.

В цьому випадку всі деталі будуть оброблені з відхиленням від планових термінів.

2. Магазино-комплекти попарно помітні. За кожним магазином закріплена відповідна група верстатів. Деталі групи можуть бути повністю оброблені тільки одним комплектом інструментів на одному верстаті. При виході з ладу будь-якого верстата закріплені за ним деталі не можуть бути оброблені на іншому верстаті.

3. Магазино-комплекти інструментів верстатів попарно помітні. Кожна деталь із заданої сукупності обробляється послідовно на двох або більше верстатах. Станка функціонують в режимі взаємного доповнення. У цьому випадків потрібно між верстатний транспорт.

При виході з ладу закріплені за ним деталі можуть бути оброблені після його відновлення або на іншому верстаті після його переналадці. В

						Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

даному випадку живучість системи в цілому нижче, ніж при функціонуванні верстатів в режимі взаємозамінності.

4. Комбінований режим роботи верстатів. В цьому випадку використовуються в різних поєднаннях три попередні варіанти співвідношення інструментів в магазині-комплектах верстатів.

При централізованому потоці інструментів необхідний інструмент з центрального складу подається в шпиндель верстата автономним або програмованим автооператором, обслуговуючим всі верстати ГСП. Наявність централізованого потоку робить можливим обмін інструментами між верстатами, що підвищує коефіцієнт використання інструментів і зменшує їх загальне число, необхідне для обробки заданої сукупності. Технологічні можливості верстатів при централізованому забезпеченні інструментів стають рівними, з'являється можливість оператівно програмним способом перерозподіляти технологічні функції між верстатами. Вихід з ладу будь-якого верстата істотно не впливає на роботу справних верстатів ДПС. Однак при виході з ладу централізованого магазину інструментів ДПС не працює,

Тому в цих умовах пред'являються підвищені вимоги до надійності функціонування АСІО. Якщо система зайнята обслуговуванням будь-якого верстата, то при необхідності зміни інструменту в шпинделі інші верстати простоюють в очікуванні обслуговування. Таким чином, виникають об'єктивні причини, які породжують вимушені простої верстатів. Їх можна зменшити шляхом розміщення в магазині інструментів-дублерів, тобто ціною деякого збільшення матеріальних витрат інструмент можна скоротити простої устаткування.

Основу комбінованої АСІО складають центральний й індивідуальні магазини верстата. Потік інструментів в цьому випадку має дворівневу ієрархічну структуру. Комбінована АСІО вдало поєднує в собі позитивні сторони децентралізованого та централізованого потоків інструментів.

При проектуванні АСІО слід враховувати такі вихідні дані: номенклатуру оброблюваних деталей і річну програму їх випуску; кількісний

						Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і якісний склад верстатів ДПС; число встановів, необхідних для повної обробки кожної деталі зазначенням необхідних інструментів для кожного установа; час виконання технологічних переходів для кожного інструменту; період стійкості інструментів; відомості про порядок запуску деталей групи в виробництво.

Маючи дані про річною програмою випуску і порядку запуску деталей, можна визначити частоту повторюваності партій протягом року. Слід враховувати такі і вимоги замовника, серед яких можна виділити необхідний рівень автоматизації потоку інструментів, обмеження на використовувані МС, орієнтацію на використання певних моделей верстатів з ЧПК та ін.

Структура і функціональні можливості АСІО, її живучість, машинальні витрати на створення, експлуатаційні витрати, ефективність функціонування в складі ДПС суттєво залежать від базових формують цю систему. Для вибору ТЗ необхідний досить повний перелік основних функцій, що реалізуються АСІО (рис. 2.11).

Перелік функцій, покладених на АСІО, може бути звужений або в залежності від конкретних умов розв'язуваної задачі. Деякі з цих функцій на даному етапі можуть бути виконані в неавтоматичному режимі.

Рішення завдання синтезу структури АСІО зводиться до вибору комплекту накопичувачів і інших ТЗ і встановлення зв'язків між ними.

Матеріальними носіями цих зв'язків служать транспортні засоби (портальні роботи, автоматичні візки, транспортери і т.д.) і приймально-передавальні пристрої (роботи-маніпулятори). Структури системи зручно

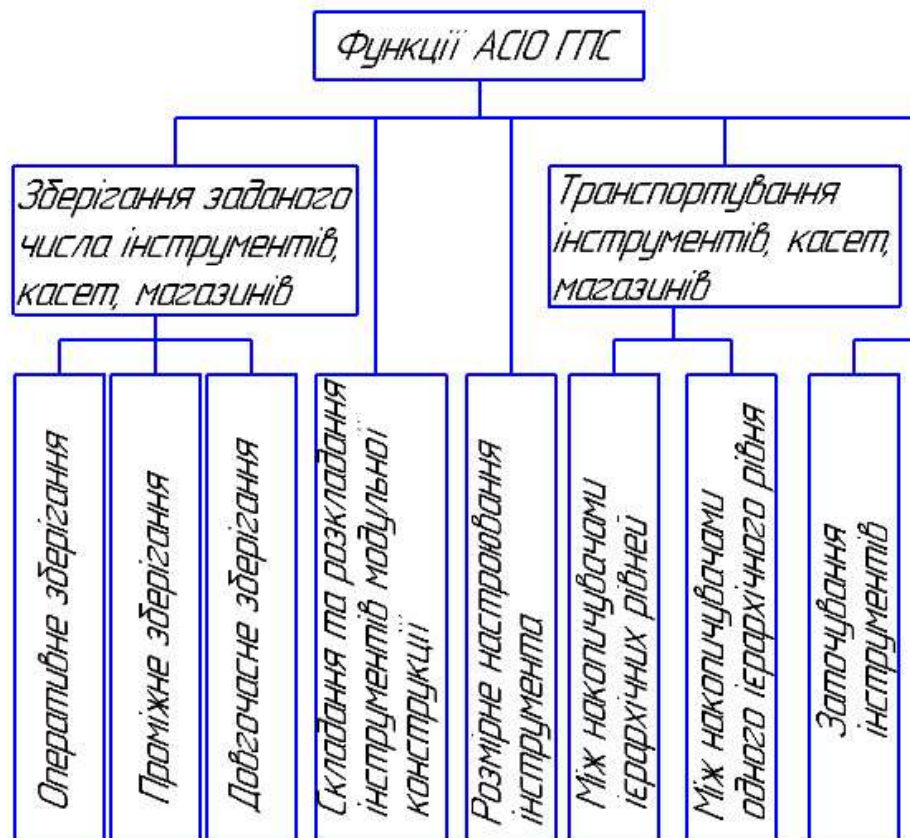


Рисунок 2.11 - Основні функції АСІО

Основні функції АСІО представляти у вигляді орієнтованого графа, варіантами якого є накопичувачі інструментів (касет, магазинів). На кожному ієрархічному рівні структури системи може знаходитися кілька однотипних накопичувачів інструментів. Наприклад, кожен верстат в складі ДПС оснащений індивідуальним магазином інструментів, що входять в систему оперативного забезпечення інструментами цього верстата.

Між накопичувачами оперативного і довгострокового зберігання інструментів може перебувати кілька проміжних накопичувачів. Кожен такий накопичувач забезпечує один або групу оперативних накопичувачів верстатів ДПС.

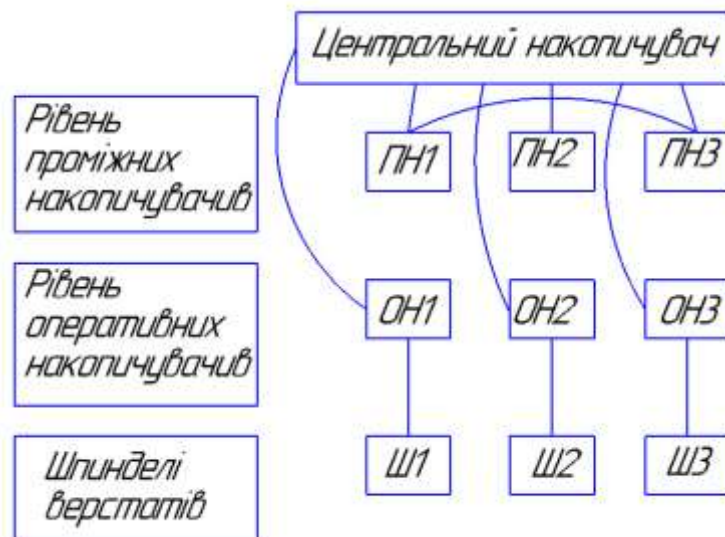


Рисунок 2.12 – Граф узагальненої структури тривірневої АСІО

На рис. 2.12 показаний граф узагальненої структури тривірневої АСІО ГПС, що складається з трьох верстатів.

На нижньому рівні знаходяться оперативні накопичувачі - ОН1-ОН3. Кожен з цих накопичувачів обслуговує свій верстат відповідно до вимогами технології. При обробці деталей широкої номенклатури тури ємності оперативних накопичувачів може виявитися недостатньо для повної обробки кожної з них за один установ. З метою розширення діапазону реальних змін технологічних можливостей верстатів без переривання процесу їх функціонування здійснюється проміжними накопичувачами інструментів РН1-РН3. Довготривале зберігання інструментів здійснюється в центральному накопичувачі. Звідси інструменти поступають в накопичувач середнього рівня. З центрального накопичувача інструменти при необхідності можуть транспортуватися безпосередньо в магазин верстатів. Таким чином, вертикальні транспортні зв'язки забезпечують обмін інструментами між накопичувачами різних ієрархічних рівнів, а горизонтально - можливість обміну інструментів між верстатами через проміжні накопичувачі. Це дозволяє скоротити поточні матеріальні витрати на інструмент, оперативно перерозподіляти інструменти між верстатами відповідно до вимог швидко мінливого потоку деталей. Надмірність

транспортних зв'язків і накопичувачів на різних ієрархічних рівнях структури підвищує живучість АСІО н ДПС в цілому.

У кожному конкретному випадків АСІО виконує не всі функції (див. Рис. 11). Потому при генерації різноманіття можливих структур АСІО можна керуватися думкою, що в кожній конкретній ситуації немає необхідності включення в структуру всіх видів накопичувачив та транспортних зв'язків.

2.5 Проектування номенклатурного складу допоміжного інструменту та визначення об'ємних показників його кількісного складу.

Допоміжні інструменти, що входять в комплект, повинні забезпечувати закріплення всіх типорозмірів ріжучого інструменту даного комплекту.

Допоміжний інструмент підрозділяють на три групи: однорозмірних - для закріплення РІ одного розміру, одного або декілька типів; багаторозмірний - для закріплення РІ одного типу, декількох послідовно розташованих розмірів; багатотіпоразмерний - для закріплення РІ різних типів, декількох послідовно розташованих розмірів.

Від приналежності до тієї чи іншої групи залежить спосіб розрахунку кількості допоміжного інструменту кожного типорозміру в комплекті. При цьому дотримуються наступні положення:

- кількість допоміжного інструменту розраховується з урахуванням його зносу;

- для забезпе печення високої продуктивності для верстатів з ЧПК поставляється подвійну кількість допоміжного інструменту;

- кожна компоновка інструменту повинна бути попередньо налаштована на розмір обробки за програмою або виміряна, а дійсний розмір зафіксований до надходження компонування на верстат;

						Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- допоміжний інструмент повинен забезпечувати закріплення всього ріжучого інструменту, що входить і комплект;

- кількість багаторозмірний допоміжного інструменту залежить від кількості розмірів РІ, необхідного для обробки деталей, в межах діапазону, визначеного приєднані чої поверхнею допоміжного інструменту.

Загальна кількість одно- і багаторозмірний допоміжного інструменту для зенковок, центровок, кінцевих і торцевих фрез розраховується за формулою :

$$N = K_3 \cdot K_H \cdot C$$

Для решти багаторозмірного допоміжного інструменту:

$$N = K_3 \cdot K_H \cdot n$$

Для багатотіпоразмерного допоміжного інструменту:

$$N = K_3 \cdot K_H \cdot (C + \sum_i^m n)$$

де K_3 - коефіцієнт запасу, що враховує поломки і ремонт інструменту, $K_3 = 1,25$; K_H - коефіцієнт, що враховує комплектність інструменту з урахуванням попереднього налаштування,

$K_H = 2$; C - кількість типів РІ, закріпленого у допоміжному інструменті даного типорозміру; m - кількість типів РІ; l_i - кількість розмірів РІ, що закріплюється у допоміжному інструменті одного розміру.

Розрахована кількість ріжучого і допоміжного інструментів порівнюють з нормативною кількістю комплектів ріжучого і допоміжного інструментів обраних типів верстатів, тобто:

$$n_p \leq \sum_i^l n_p^*;$$

$$N_p \leq \sum_i^l N_p^*;$$

де l - кількість верстатів з ЧПК; $\sum_i^l n_p^*$; $\sum_i^l N_p^*$ - сумарна кількість однотипного інструменту відповідно ріжучого і допоміжного з нормативного інструментального комплексу верстата.

Глава 3. Системна модель інструментального забезпечення ГВС.

3.1 Системні принципи побудови моделей інструментального забезпечення.

Інструментальна підготовка виробництва включає наступні основні проектні завдання:

- оснащення нормалізованим інструментом технологічних процесів механічної обробки різанням деталей;
- проектування спеціального інструменту;
- проектування технологічних процесів виготовлення спеціального інструменту.

Перше завдання, в свою чергу, містить кілька різних за своїм характером підзадач, включаючи пошук інструменту з наявної на підприємстві номенклатури, техніко-економічний аналіз переходу до проектування спеціального інструменту; проектування багатоінструментних налагоджень і т. д.

Третє завдання вирішують із залученням САПР ТП. Прикладом може служити САПР ТППРОЦЕСС, що працює на Оршанском інструментальному заводі.

Вирішення другого завдання становить предмет САПР РІ.

Існують три способи проектування інструментів - графічний, графоаналітичний і аналітичний.

Графічний спосіб передбачає визначення окремих елементів інструменту методом нарисної геометрії. Його доцільно застосовувати при відсутності аналітичної методики розрахунку. Основними недоліками цього способу є незадовільна точність графічних побудов і великий їх масштаб.

Аналітичний спосіб передбачає використання функціональної залежності розмірів і форм інструменту від конструкції деталі. Основна перевага його - забезпечення високої точності проектування; недолік - великий обсяг обчислень.

						Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Графоаналітичний спосіб є синтезом двох методів. При цьому способі використовують різні спрощені залежності, таблиці, графіки. Важливу роль тут відіграють досвід і інтуїція конструктора-інструментальника.

З появою ЕОМ подальшу розробку методів проектування ведуть в напрямку вдосконалення аналітичного способу як одного з найголовніших моментів ефективного використання обчислювальних машин.

Операції основного виробництва оснащують двома групами інструментів - нормалізованим і спеціальними. Основним завданням при оснащенні технологічних операцій інструментами є підбір їх з наявних (нормалізованих або спроектованих раніше) інструментів, який представляє процедуру пошуку. Лише при негативному результаті пошуку слід здійснювати процедуру проектування. Співвідношення цих, двох процедур для обох груп по-різному.

Для першої групи, полягають інструменти загального призначення (різці, свердла, зенкери, розгортки і т. п.), Переважне значення при оснащенні технологічного процесу має пошук, для другої групи, що об'єднує складний режучий інструмент (фасонні різці, черв'ячні фрези, довб'яки, шевери, протяжки, фасонний інструмент для обробки гвинтових поверхонь), - проектування.

Алгоритм і програми проектування спеціальних інструментів вважають стандартними, так як одні й ті ж програми; можливо ефективно використовувати на різних підприємствах, різних виробничих умовах. Проектуємий інструмент, профіль його ріжучої частини, як правило, чітко орієнтується на обробку деталей певного класу. Конструкція досить добре описується. Розрахунок інструменту для спрацювання деталей з фасонними нестандартними профілями помилковий.

Для перекладу завдання на ЕОМ недостатньо перекласти на язык машини існуючі аналітичні методи розрахунку, Звичайно автоматизований метод проектування розробляють на основі методик неавтоматизованого розрахунку інструмента, але він є більш широким.

						Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наприклад, при неавтоматизованому розрахунку просторове зачеплення інструменту і деталі заміняють найчастіше пласким. Крім того, спрощують власне розрахункові залежності, аби уникнути громіздких обчислень, трансцендентності виразів, похідних і т. п. Для цього деякими величинами, малими за значенням, нехтують і т. д.

В САПР ріжучого інструменту можна виділити загальні розрахункові блоки. Наприклад, при автоматизації проектування шліцьових фрез валики з гострокутними і прямобічними шлицями доцільно об'єднати в одну групу, в евольвентні шлиці в групу з евольвентними зубами. Для шліцьових протяжок доцільно розробляти універсальний алгоритм, що дозволяє розраховувати протяжку для обробки прямобічних, -гострокутних і евольвентних шліців. При розрахунку конструктивних параметрів черв'ячних і дискових фрез можна розробити два відповідних блоку, що розрізняються за змістом і враховують специфіку кожного інструменту.

Завдання проектування ріжучого інструменту багатоваріантні. Швидкодія автоматичного проектування дозволяє розглядати всі варіанти завдання і вибирати з них кращий за деяким критерієм оптимальності. Таким чином, розрахована на ЕОМ конструкція інструменту може і повинна забезпечити не тільки правильне виготовлення деталі, але і мати оптимальні геометричні та конструктивні елементи.

На підставі сказаного можна сформулювати основні вимоги до методики розрахунку інструменту, яку використовують як основу для побудови алгоритму.

1. Методика повинна бути аналітичної. Таблиці, графіки повинні бути зведені до мінімуму.

2. Методика повинна бути точною, відображати сучасний рівень теорії і практики. Спрощені і наближені методики використовувати недоцільно.

3. Функціональні зв'язку параметрів інструменту і деталі повинні бути засновані на точних об'єктивних залежностях. Емпіричні співвідношення повинні бути зведені до мінімуму.

4. Методика повинна бути універсальною, охоплювати загальні випадки проектування інструменту даного виду.

5. Методика повинна будуватися на основі використання машинно-математичного моделювання з оптимізацією одержуваних проектних рішень.

Все це дозволяє найбільш ефективно використовувати ЕОМ при проектуванні ріжучого інструменту. Досвід по експлуатації програм проектування свідчить про скорочення часу на проектування в 20 ... 60 разів, підвищення стійкості інструменту в 1,1 ... 1,2 рази. Але все ж основним моментом автоматизації проектування інструменту слід вважати якісна зміна праці конструктора-інструментальщика. Застосування ЕОМ ліквідує нетворчі етапи, але не звільняє конструктора від завдання проектування інструментів взагалі. На робочому кресленні інструменту завжди буде стояти підпис спеціаліста, відповідального за його випуск. За людиною залишаються також неформалізовані творчі процеси (вибір схеми формоутворення, типу інструменту, принципових його особливостей, загальна оцінка отриманої на ЕОМ конструкції).

3.2 Інструментальна модель ріжучого інструменту .

САПР ріжучого інструменту різних типів мають певні особливості. Наведемо методику розрахунку ріжучого інструменту на прикладі фасонних різців.

Методичне забезпечення

Форма ріжучої кромки фасонного різця визначається формою профілю оброблюваної поверхні. Цей інструмент забезпечує високу продуктивність, точність обробки, велику кількість переточувань. Все це робить його незамінним при

						Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

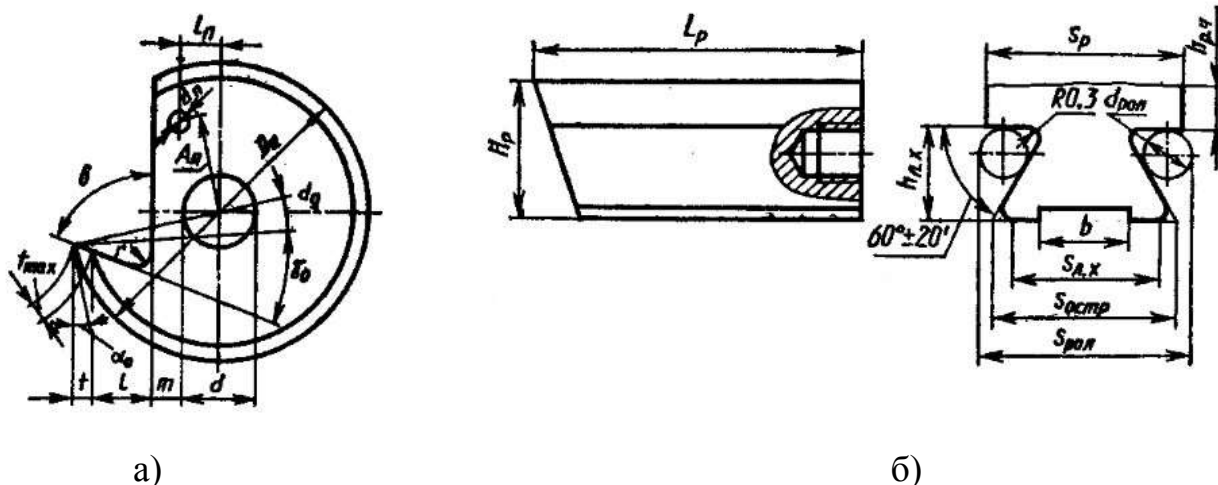


Рисунок 2.13 – Конструктивні елементи фасонних різців: а – круглих, б – призматичних.

обробці деталей на токарних і токарно-револьверних напівавтоматах і автоматах.

Найбільш поширені системи автоматизованого проектування круглих (рис. 2.13.а) і призматичних (рис. 2.13.б) фасонних різців. Основними конструктивними елементами круглого різця є: зовнішній діаметр D_a і діаметр отвору й, ширина різця S_p , розміри виїмки для сходу і розміщення стружки і елементи кріплення. Зовнішній діаметр різця встановлюють виходячи з найбільшої висоти l_{max} і сумарної довжини фасонного профілю деталі. На деяких токарно-револьверних верстатах і автоматах в основному застосовують різці зі строго визначеними діаметрами, наприклад 52 і 68 мм. Основні конструктивні елементи різця можна вибирати по табл. 4.1 і 4.2.

Співвідношення між наведеними елементами різця повинні обов'язково відповідати умові:

$$D_a \geq d + 2(t_{max} + l + m)$$

Іє l - розміри виїмки для сходу стружки, мм; m - товщина стенки різця, що забезпечує міцність різця, $m > 10$ мм; бажано, щоб діаметр різця перевершував за величиною довжину фасонного профілю.

При внутрішньої обробки фасонних поверхонь:

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	88

$$Da = (0,6 \dots 0,8) d_{отв},$$

де $d_{отв}$ - найменший діаметр оброблюваного отвору; при малих такий різець виконують як стрижневий.

Конструкція призматичних різців дещо простіше: H_p , S_p , L_p - відповідно висота, ширина і довжина різця; зазвичай $H_p = 75; 100$ мм; h_{pc} - висота робочої частини; $h_{лх}$ - висота і ширина хвостовика типу хвоста; «гостра» - теоретична ширина хвостової частини, так званий розмір « до гостра »; $d_{рол}$ - діаметр вимірювального ролика; $S_{рол}$ - розмір по роликах; B - ширина виїмки. Розміри призматичних різців (крім L_p) уніфіковані (12; табл. 4.3).

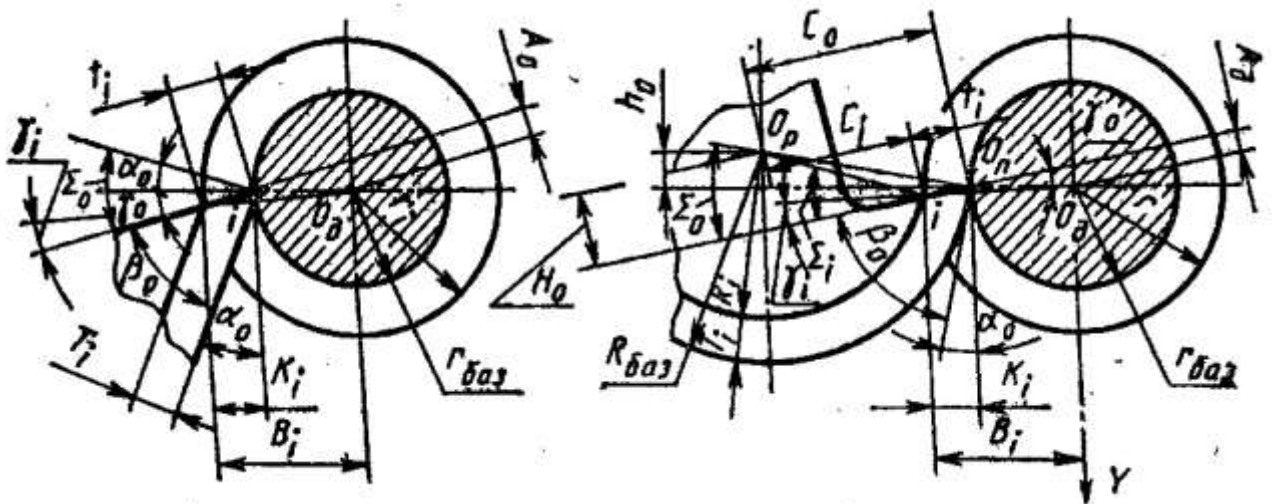


Рисунок 2.14 – Схеми до корекційного розрахунку фасонних різців.

Задній кут фасонного різця α_0 (рис. 2.14) забезпечується установкою в державці, як правило, нормалізованої. У державок для призматичних різців під кутом α_0 виготовляють напрямні типу ласточкина хвіста, а у круглого різця центр кріплення зміщується на величину:

$$h_0 = R_{баз} \sin \alpha_0$$

Задній кут для периферійних точок ріжучої кромки призматичного різця зазвичай дорівнює $12 \dots 15^\circ$, для круглих - $10 \dots 12^\circ$. Кут α_0 змінюється по висоті профілю інструменту наступним чином: у призматичних різців в міру віддалення розглянутих точок профілю від осі оброблюваної деталі

задні вугли при зовнішньої обробки зростають; у круглих різців як при зовнішній, так і внутрішній обробці задні кути в міру віддалення від осі деталі зростають, причому при зовнішньої вони зростають більш інтенсивно, ніж при внутрішньої. Тому значення задніх кутів для периферійних точок ріжучої кромки повинні бути обрані такими »щоб на похилих ділянках профілю, де задні, нормальні кути менше, ніж на ділянках, паралельних виробу, задній кут повинен бути не менше 3 ... 4 ° .

Співвідношення між, задніми кутами може бути виражено. наступною формулою:

$$tg\alpha_i = \frac{D_{баз}}{D_i} tg\alpha_0 \sin\varphi;$$

де $D_{баз}$ і D_i - діаметри базової і розрахункової точок ріжучої кромки дискового різця або діаметра деталі для призматичного різця, мм; α_0 , α_i - задні нормальні кути для базової і розрахункової точок ріжучої кромки різця; φ - кут в плані між дотичною до профілю різця в розглянутій точці і напрямком радіальної подачі різця, °.

Передній кут γ_0 обирають відповідно до механічними властивостями оброблюваного матеріалу (12,табл. 4.4).

У призматичних і круглих різців передній кут в поточній точці:

$$\gamma_i = \arcsin(\sin\gamma_0 \frac{D_{баз}}{D_i})$$

У міру віддалення розглянутих точок від центру деталі передні вугли при зовнішньої обробки зменшуються, а при внутрішній - збільшуються.

Оскільки передні і задні кути обох видів різців є фактично кінематичними (фізично на інструменті не існують і їх не можна перевірити), на практиці при розрахунку і виготовленні різців використовують кут загострення β_0 . Передній, |задній кути і кут загострення пов'язані співвідношенням:

$$\alpha_0 + \beta_0 + \gamma_0 = 90^0$$

						Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Перелік посилань

1. Пуховський Є.С. Проектирование станочных систем много-номенклатурного производства
2. Пуховський Є.С. Гнучкі виробничі системи машинобудівного виробництва
3. Пуховський Є.С. Проектирование и эксплуатация гибких производственных систем металлообработки,
4. Пуховський Є.С. Технологические основы гибкого автоматизированного производства.
5. Розробка артклієнт-серверного додатку архітектури для автоматизованого складу ріжучого та допоміжного інструменту гнучких виробничих систем. Пуховський Є.С. // Международный научный журнал «Интернаука» // № 8 (30), 2017
6. Автоматизація заміни інструменту в умовах гнучких атоматизованих виробництв. // Международный научный журнал «Интернаука» // № 8 (30), 2017/
7. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства в 2-х т.
8. Пуховский Е.С., Мясников Н.Н. Технология гибкого автоматизированного производства.
9. Гибкие производственные комплексы. Под ред. П.Н. Велянина и В.А. Лещенко.
10. Технологическая подготовка гибких производственных систем / Под общ. ред С.П. Митрофанова.
11. Проектирование механосборочных цехов / под ред. А.М. Дальского. – М. : Машиностроение, 1990. – 352 с.
12. Системы автоматизированного проектирования техпроцессов и режущего инструмента. Под.ред. С.Н.Корчака. – М. : Машиностроение, 1988. – 352 с.

						Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		